



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE COLORES
MEDIANTE TIA PORTAL Y HMI PARA APLICACIONES INDUSTRIALES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Electrónica

AUTOR: ERICK ALBERTO RÍOS ARÉVALO

TUTOR: ING. RAFAEL CHRISTIAN FRANCO REINA, MSc.

Guayaquil – Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Erick Alberto Ríos Arévalo con documento de identificación N° 0954108478, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación

Guayaquil, 1 de marzo del año 2024.

Atentamente,



Erick Alberto Ríos Arévalo

095410847-8

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Erick Alberto Ríos Arévalo con documento de identificación N° 0954108478, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño y Simulación de un dosificador y mezclador de colores mediante TIA Portal y HMI para aplicaciones industriales”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Electrónica, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de marzo del año 2024.

Atentamente,



Erick Alberto Ríos Arévalo

095410847-8

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rafael Christian Franco Reina con documento de identificación N° 0923328629, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN DOSIFICADOR Y MEZCLADOR DE COLORES MEDIANTE TIA PORTAL Y HMI PARA APLICACIONES INDUSTRIALES**, realizado por Ríos Arévalo Erick Alberto con documento de identificación N° 09054108478, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 1 de marzo del año 2024.

Atentamente,



Ing. Rafael Christian Franco Reina, MSc.

0923328629

DEDICATORIA

A mis padres, Queridos Mirna y Juan A ustedes, mis pilares inquebrantables, quiero dedicarles estas palabras llenas de amor y gratitud. Su guía y apoyo constante han sido la brújula que ha orientado mi camino hacia el éxito. Gracias por ser mis modelos a seguir y por inspirarme a alcanzar mis sueños.

Querido Joel, A ti, mi hermano quiero dedicarte estas palabras llenas de cariño y gratitud. A lo largo de los años, hemos compartido risas, lágrimas, sueños y realidades. Tu presencia ha iluminado mi camino, y tu amistad ha sido un regalo invaluable. En los momentos de alegría, has multiplicado la felicidad, y en las adversidades, has sido mi fortaleza.

A mis familiares ausentes que tanto anhelaban verme triunfar, Aunque su paso por este mundo fue efímero, su amor y apoyo perduran en mi corazón. Cada logro que alcanzo es también un homenaje a la memoria de aquellos que ya no están físicamente, pero cuyo legado sigue vivo en mi determinación y perseverancia.

Erick Ríos A.

AGRADECIMIENTO

Querido Dios, Hoy, me inclino con profundo agradecimiento ante Ti por haberme bendecido con una familia tan extraordinaria. Agradezco de corazón a mis padres, quienes han sido mis guías, mis confidentes y mi mayor fuente de amor. Su sacrificio y dedicación han sido un faro en mi vida.

A mi hermano, a quien considero más que un familiar, sino un amigo leal y compañero de aventuras, gracias por compartir risas, desafíos y triunfos a mi lado.

A mis compañeros y amigos que han iluminado mis días con su presencia, agradezco cada momento y cada risa compartidos. Juntos hemos construido recuerdos que atesoro profundamente.

A mis maestros, quienes han guiado mi camino hacia el conocimiento, gracias por abrirme las puertas del aprendizaje y por ser fuentes de inspiración.

A mi tutor de tesis, el Ingeniero Rafael Christian Franco Reina, expresar mi gratitud por su paciencia, orientación y sabiduría durante este viaje académico. Su apoyo ha sido fundamental para mi crecimiento y desarrollo.

A todas las personas que han cruzado mi camino a lo largo de la vida, gracias por las lecciones aprendidas, las amistades construidas y las experiencias compartidas. Cada encuentro ha dejado una huella en mi corazón.

Dios, gracias por rodearme con estas personas maravillosas y por guiar mis pasos en este viaje llamado vida. Que cada día sea una oportunidad para ser agradecido y seguir construyendo momentos inolvidables.

Erick Alberto Ríos Arévalo.

Resumen

El propósito de este trabajo de titulación es diseñar y simular un sistema que permita la mezcla de colores, abordando la problemática de los mezclados presentes en la industria. Para poder lograr este objetivo, se plantearon objetivos específicos los cuales incluyen analizar modelos de simulación de mezclado de colores para la selección del modelo a desarrollar, realizar la programación KOP en TIA Portal, simular una interfaz HMI intuitiva para el monitoreo y control del proceso, y evaluar mediante simulación las etapas y equipos involucrados en el proceso de mezcla de colores.

Este trabajo de titulación busca contribuir en el ámbito industrial, donde la mezcla precisa de colores es esencial para la fabricación de productos como pinturas, tintas y productos químicos. La simulación de un controlador lógico programable PLC y una interfaz HMI, muestra la automatización de un proceso y contribuye en reducir posibles errores que se puedan presentar al momento del mezclado de los colores. La simulación mediante SIMATIC S7-PLC-SIM permitirá evaluar las etapas del proceso y los equipos involucrados, proporcionando datos que ayudarán a evaluar el proceso de manera simulada.

Palabras Clave: Diseño, Simulación, dosificador de colores, mezclador de colores, Automatización industrial, control de procesos, TIA PORTAL, HMI.

Abstract

The purpose of this degree work is to design and simulate a system that allows color mixing, addressing the problem of color mixing present in the industry. In order to achieve this objective, specific objectives were proposed, which include analyzing color mixing simulation models for the selection of the model to be developed, performing the KOP programming in TIA Portal, simulating an intuitive HMI interface for the monitoring and control of the process, and evaluating through simulation the stages and equipment involved in the color mixing process.

This degree work seeks to contribute to the industrial field, where accurate color mixing is essential for the manufacture of products such as paints, inks and chemicals. The simulation of a PLC programmable logic controller and an HMI interface, shows the automation of a process and contributes to reduce possible errors that may occur at the time of mixing colors. The simulation using SIMATIC S7-PLC-SIM will allow to evaluate the stages of the process and the equipment involved, providing data that will help to evaluate the process in a simulated way.

Keywords: Design, Simulation, color dispenser, color mixer, Industrial automation, process control, TIA PORTAL, HMI.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN	1
II	PROBLEMA.....	2
III	OBJETIVOS	3
3.1	Objetivo general.....	3
3.2	Objetivos específicos	3
IV	FUNDAMENTO TEÓRICO	4
4.1	TIA PORTAL	4
4.2	Funciones y capacidades de TIA PORTAL.....	4
4.3	Simulador S7-PLCSIM.....	6
4.4	Controlador Lógico Programable (PLC) S7-1200 de Siemens.....	7
4.5	HMI KTP 700 Basic PN	8
4.6	Dosificador.....	10
4.7	Mezcladora Industrial	10
4.8	¿Qué es la mezcla de colores?	11
4.8.1	El círculo cromático	12
4.8.2	Los colores primarios y secundarios.....	13
4.8.3	Los colores terciarios:	15
4.9	Análisis de los modelos de simulación de mezclado de colores.....	16
V	MARCO METODOLÓGICO.....	19

5.1	Creación del proyecto en el software de TIA PORTAL.....	20
5.2	Creación de cada bloque de programación del PLC en TIA PORTAL.....	23
5.3	Programación KOP de tanques para los colores primarios.....	25
5.4	Programación KOP de los botones de visualización	33
5.5	Programación KOP del tanque Mezclador	34
5.6	Programación KOP del llenado automático.....	40
5.7	DISEÑO DE LA INTERFAZ GRAFICA EN EL HMI	43
5.7.1	DISEÑO DE LA PANTALLA DE INICIO DE SESION	44
5.7.2	DISEÑO DE LA PANTALLA SELECCIONADOR DE COLORES	44
5.7.3	DISEÑO DE LA PANTALLA SISTEMA DE DOSIFICACIÓN	46
5.7.4	DISEÑO “DETALLES DE LOS RESERVORIOS DE COLORES”	47
5.7.5	Diseño del sistema de mezclado	49
5.7.6	Diseño de la pantalla de indicación de limpieza del tanque	50
5.7.7	Diseño de la vista general del proceso	51
VI	RESULTADOS.....	52
6.1	Ejecución del proyecto en el TIA PORTAL.....	52
6.2	Ejecución del inicio de sesión en la pantalla HMI.....	54
6.3	Ejecución de la dosificación de colores en la pantalla HMI.....	59
6.4	Ejecución del mezclado de colores y llenado de envases en la pantalla HMI..	60
6.5	Ejecución del llenado de los tanques en la pantalla HMI.....	63

6.6	Puesta en marcha del sistema en el laboratorio de Automatización 1	65
VII	CRONOGRAMA.....	66
VIII	PRESUPUESTO.....	67
IX	CONCLUSIONES	68
X	RECOMENDACIONES.....	69
XI	REFERENCIAS.....	70
XII	ANEXO.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	SOFTWARE TIA PORTAL	4
FIGURA 2.	PROGRAMACIÓN DE BLOQUES EN LADDER	5
FIGURA 3.	VISUALIZACIÓN GRAFICA QUE OFRECE TIA PORTAL.....	5
FIGURA 4.	CONTROL DE VARIOS DISPOSITIVOS	6
FIGURA 5.	SUPERVISIÓN CON TIA PORTAL.....	6
FIGURA 6.	SIMULADOR DEL PLC	7
FIGURA 7.	ESTRUCTURA DEL PLC 1200.....	8
FIGURA 8.	PANTALLA HMI KTP 700 BASIC PN	9
FIGURA 9.	DOSIFICADOR	10
FIGURA 10.	MEZCLADORA INDUSTRIAL	11
FIGURA 11.	MEZCLANDO COLORES	12

FIGURA 12. DISTRIBUCIÓN DE LOS COLORES EN EL CIRCULO CROMÁTICO.....	13
FIGURA 13. COLORES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS	14
FIGURA 14. COLORES TERCARIOS	16
FIGURA 15. DIAGRAMA DEL PROCESO	20
FIGURA 16. ABRIENDO EL SOFTWARE TIA PORTAL	21
FIGURA 17. CREANDO UN NUEVO PROYECTO EN TIA PORTAL	21
FIGURA 18. SELECCIÓN DEL CONTROLADOR	22
FIGURA 19. SELECCIÓN DEL MODELO ESPECIFICO	22
FIGURA 20. BLOQUES DE PROGRAMA.....	23
FIGURA 21. CREACIÓN DE LOS BLOQUES FC	24
FIGURA 22. CREACIÓN DE LOS BLOQUES DE DATOS.....	24
FIGURA 23. MODO DE SELECCIÓN AUTOMÁTICO O MANUAL	25
FIGURA 24. CONDICIÓN "SE NECESITA COLOR AMARILLO"	26
FIGURA 25. CÓDIGO KOP DE INICIAR HABILITACIÓN TANQUE AMARILLO	27
FIGURA 26. PUNTO DE AJUSTE DEL NIVEL DEL TANQUE AMARILLO	28
FIGURA 27. SECUENCIA DE PARO DE DESCARGA TANQUE AMARILLO	28
FIGURA 28. PROGRAMACIÓN PARA LA SIMULACIÓN DE DESCARGA DEL TANQUE AMARILLO	29
FIGURA 29. SECUENCIA DE PARO CUANDO EL NIVEL DEL TANQUE AMARILLO ESTÁ POR DEBAJO DEL 5%	29
FIGURA 30. RECARGA TANQUE AMARILLO, MODO MANUAL / MODO AUTOMÁTICO	30
FIGURA 31. LLENADO AUTOMÁTICO CUANDO EL NIVEL DEL TANQUE AMARILLO SEA MENOR O IGUAL AL 30%.....	31
FIGURA 32. ACTIVACIÓN DE LA VÁLVULA DE RECARGA DEL TANQUE AMARILLO	32

FIGURA 33. RECARGA TANQUE AMARILLO.....	32
FIGURA 34. ACTIVAR LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL TANQUE AMARILLO.....	33
FIGURA 35. ALTERNAR ENTRE BOTÓN "COMENZAR" Y "REANUDAR"	33
FIGURA 36. PROGRAMACIÓN PARA VISUALIZACIÓN DEL SELECCIONADOR DE COLORES	34
FIGURA 37. ACTIVACIÓN DEL MOTOR MEZCLADOR.....	35
FIGURA 38. ACTIVACIÓN DEL MOTOR MEZCLADOR.....	35
FIGURA 39. TIEMPO QUE PERMANECE ACTIVADO EL MOTOR MEZCLADOR.	36
FIGURA 40. CARGAR VARIABLES DEL TANQUE MEZCLADOR	36
FIGURA 41. REINICIAR LA VARIABLE "NÍVEL DE AJUSTE DEL MEZCLADOR"	37
FIGURA 42. SIMULACIÓN DEL LLENADO DEL TANQUE MEZCLADOR	37
FIGURA 43. SECUENCIA PARA DETENER EL LLENADO DEL TANQUE MEZCLADOR	38
FIGURA 44. SECUENCIA UNA VEZ FINALIZADA LA MEZCLA	38
FIGURA 45. SIMULACIÓN DEL VACIADO DEL TANQUE MEZCLADOR.....	39
FIGURA 46. RESETEO DEL SEGMENTO 8	39
FIGURA 47. SALIDA DE LA VÁLVULA DE DESCARGA.....	39
FIGURA 48. LIMPIEZA DEL TANQUE MEZCLADOR	40
FIGURA 49. ACTIVAR SISTEMA DEL LLENADO AUTOMÁTICO.....	40
FIGURA 50. ACTIVAR FAJA TRANSPORTADORA	41
FIGURA 51. ANIMACIÓN DE LA FAJA TRANSPORTADORA.....	41
FIGURA 52. CONTADOR DE BOTELLAS.....	42
FIGURA 53. VÁLVULA DE DESCARGA DEL TANQUE MEZCLADOR.....	42
FIGURA 54. TIEMPO PARA EL LLENADO DE BOTELLAS.....	43
FIGURA 55. DISEÑO DE LA PANTALLA DE INICIO DE SESION	44

FIGURA 56. SELECCIONADOR DE COLORES DEL OPERARIO	45
FIGURA 57. SELECCIONADOR DE COLORES DEL SUPERVISOR	46
FIGURA 58. SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.....	47
FIGURA 59. DETALLE DEL RESERVORIO AMARILLO.....	48
FIGURA 60. DETALLE DEL RESERVORIO AZUL	48
FIGURA 61. DETALLE DEL RESERVORIO ROJO	49
FIGURA 62. DISEÑO DEL TANQUE DE MEZCLA	50
FIGURA 63. DISEÑO DE LA PANTALLA EMERGENTE DE LIMPIEZA DEL TANQUE MEZCLADOR	50
FIGURA 64. DISEÑO DE LA VISTA GENERAL DEL PROCESO.....	51
FIGURA 65. COMPILACIÓN DE LOS BLOQUES DE PROGRAMA	52
FIGURA 66. COMPILACIÓN DE LA PANTALLA DEL HMI	53
FIGURA 67. INICIO DEL SIMULADOR	53
FIGURA 68. INICIO DE LA SIMULACIÓN COMO OPERARIO	54
FIGURA 69. INICIO DE SIMULACIÓN COMO SUPERVISOR	54
FIGURA 70. DIAGRAMA DE FLUJO DE INICIO DE SESIÓN	55
FIGURA 71. EJECUCIÓN DEL SELECCIONADOR DE COLORES DEL OPERARIO	56
FIGURA 72. EJECUCIÓN DEL SELECCIONADOR DE COLORES DEL OPERARIO	57
FIGURA 73. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SELECCIÓN DE COLORES	58
FIGURA 74. EJECUCIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE COLORES.....	59
FIGURA 75. DIAGRAMA DE FLUJO INICIO DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN.....	59
FIGURA 76. EJECUCIÓN DEL MEZCLADO DE COLORES	60
FIGURA 77. EJECUCIÓN DEL LLENADO DE LAS BOTELLAS	60
FIGURA 78. EJECUCIÓN DE BOTELLAS LISTAS	61

FIGURA 79. EJECUCIÓN DE LIMPIEZA DEL TANQUE MEZCLADOR	61
FIGURA 80. DIAGRAMA DE FLUJO DEL MEZCLADO DE COLORES Y LLENADO DE BOTELLAS	62
FIGURA 81. EJECUCIÓN DEL LLENADO DE TANQUE DE MODO MANUAL	63
FIGURA 82. DIAGRAMA DE FLUJO DEL LLENADO DE LOS TANQUES DOSIFICADORES.....	64
FIGURA 83. EJECUCIÓN EN LOS MÓDULOS DE LABORATORIO	65

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	66
TABLA 2.....	67

I INTRODUCCIÓN

El proceso de automatización que se ha desarrollado se basa en una secuencia previamente definida tanto en su programación (KOP) como en el diseño de su interfaz. Este proceso está destinado al mezclado de dos sustancias, que en este caso son los colores primarios. Estos colores primarios se encuentran almacenados en tres tanques individuales y constituyen la base para la creación de los colores secundarios y terciarios.

A través de un selector de colores, el usuario puede elegir qué mezcla desea realizar, así como la cantidad de pintura. Una vez seleccionados el color y la cantidad, se inicia el proceso. Este proceso implica la transferencia de una cierta cantidad de pintura de los tanques amarillo, azul y rojo hacia un tanque principal. Este tanque principal cuenta con un motor mezclador que se encarga de homogeneizar los colores.

Posteriormente, la mezcla resultante se vierte en recipientes, las cuales se van contabilizando hasta alcanzar la cantidad requerida inicialmente. Una vez completado el proceso de mezclado, se lleva a cabo una limpieza del tanque principal para prepararlo para las siguientes mezclas que se soliciten en el futuro.

II PROBLEMA

En la actualidad, en el territorio nacional, se encuentran diversas compañías dedicadas a la producción y venta de pinturas. Estas empresas se esfuerzan por automatizar sus procedimientos, mejorar las fórmulas de sus colores y elevar los estándares de calidad de su sector industrial (Yagual Ramirez, 2019).

La falta de un sistema preciso de mezcla de colores en aplicaciones industriales puede llevar a variaciones en las características del producto, desperdicio de materias primas y aumento de costos de producción.

Además, la implementación de nuevas tecnologías y la mejora en la automatización de estos procesos son fundamentales para mejorar el proceso y tener un mejor resultado (Bouraiou, 2021).

En el ámbito industrial, la mezcla precisa de colores es esencial en diversas aplicaciones, como la fabricación de pinturas, tintas y productos químicos. La falta en este proceso no solo impacta en el producto final, sino también al momento de su elaboración, por tanto, la implementación de un controlador lógico programable en un proceso industrial posibilitará la automatización del proceso, en consecuencia, una interfaz de pantalla HMI permitirá el control y monitoreo ante los procesos de mezclado de pintura.

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Diseñar y simular un dosificador y mezcladora de colores mediante TIA Portal y una Interfaz Hombre-Máquina (HMI) para aplicaciones industriales.

3.2 Objetivos específicos

- Analizar los modelos de simulación de mezclado de colores para la selección del modelo a desarrollar.
- Realizar la programación KOP en TIA Portal.
- Simular una interfaz HMI intuitiva que permita al usuario monitorear y controlar el proceso de mezcla de colores haciendo uso del simulador SIMATIC S7-PLC-SIm.
- Evaluar mediante simulación las etapas de procesos de mezcla de pintura y los equipos que forma parte para la obtención de datos y análisis de resultados.

IV FUNDAMENTO TEÓRICO

4.1 TIA PORTAL

TIA Portal, cuya denominación proviene de Totally Integrated Automation, representa la plataforma de ingeniería desarrollada por Siemens, figura 1. Esta plataforma proporciona un conjunto integral de soluciones para la automatización, buscando optimizar los procesos de ingeniería y fabricación de maquinaria (infoPLC, 2023) (Salazar, 2017).

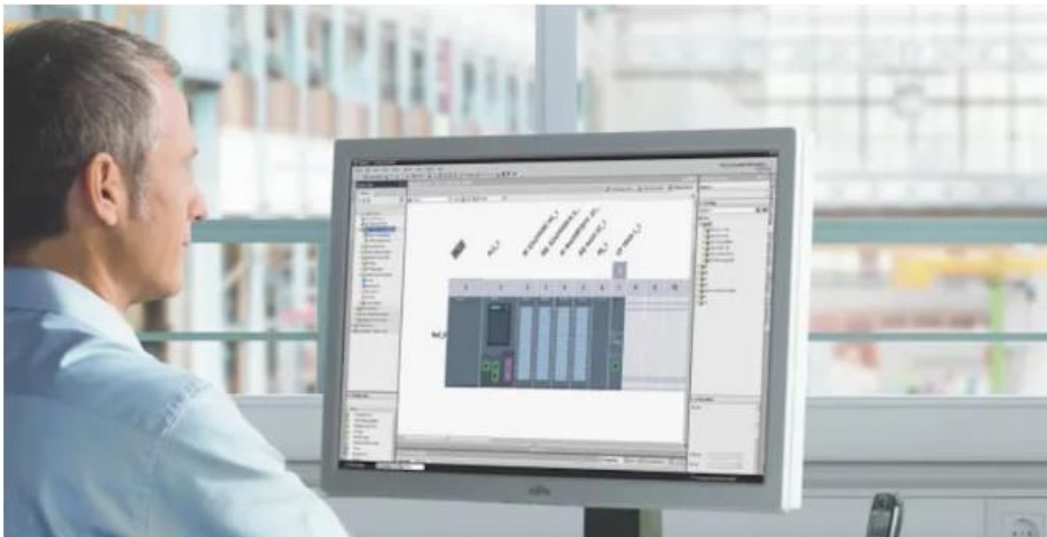


Figura 1. Software TIA PORTAL (infoPLC, 2023)

4.2 Funciones y capacidades de TIA PORTAL

Las funciones y capacidades de TIA PORTAL son variadas, cubriendo todas las fases del proceso de automatización. Este software capacita a ingenieros y operadores para realizar las siguientes tareas fundamentales:

Programación: Ofrece un entorno de programación intuitivo que facilita la creación de lógica de control para sistemas automatizados. Los usuarios pueden realizar programación, depuraciones y mantenimiento de aplicaciones de manera sencilla, figura 2.

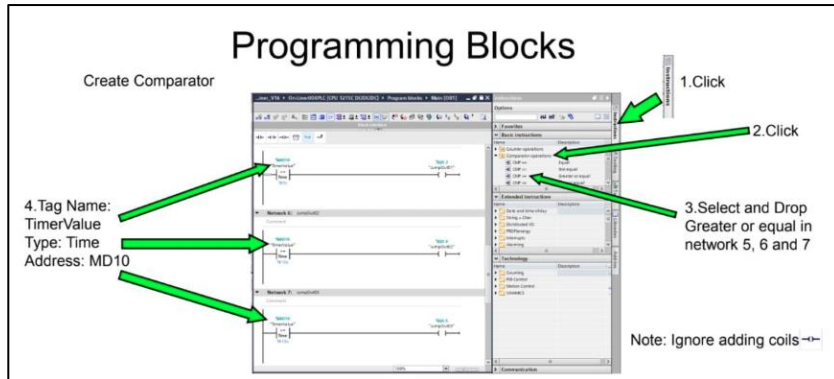


Figura 2. Programación de bloques en Ladder (infoPLC, 2021).

Visualización: Las visualizaciones ayuda a entender de mejor manera un proceso en el cual se trabaja. Con funciones avanzadas de representación gráfica, posibilita la creación de interfaces de usuarios visuales e intuitivas que facilitan el monitoreo y el control de procesos, figura 3.



Figura 3. Visualización grafica que ofrece TIA PORTAL (AUTYCOM, 2023)

Control: Se emplea para supervisar diversos dispositivos y sistemas, que abarcan desde PLCs (Controladores Lógico-Programables), sistemas de visión artificial y variadores de frecuencia, figura 4.

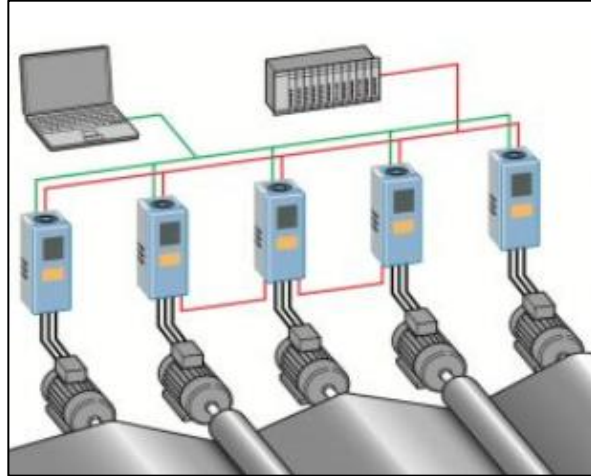


Figura 4. Control de varios dispositivos (kilurtech, 2015)

Supervisión: La supervisión proporciona datos valiosos a los operadores y responsables de la toma de decisiones, facilita la supervisión de los procesos industriales en tiempo real, figura 5, recopilando información y ofreciendo datos valiosos para respaldar la toma de decisiones.



Figura 5. Supervisión con TIA portal (infoPLC, 2028)

4.3 Simulador S7-PLCSIM

PLCSIM ofrece la posibilidad de ejecutar y verificar una variedad de programas en el mismo sistema de automatización (PLC), el cual puede ser simulado en un PC o en cualquier unidad de programación. Vale la pena resaltar que esta simulación se realiza exclusivamente

mediante el software STEP 7, lo que elimina la necesidad de una conexión directa con los dispositivos de hardware S7, como los módulos de expansión o la CPU. (impulso_06, 2023).

El uso de herramientas simuladoras como S7-PLCSIM, son frecuentes en la elaboración de proyectos de automatización industrial, ya que proporcionan una forma segura y efectiva de validar el funcionamiento del software de control antes de su integración en el ambiente de producción. Esta práctica ahorra tiempo y esfuerzo durante la puesta en marcha, un beneficio que resulta apreciable, en figura 6 se observa el simulador del plc (infoPLC, 2023).

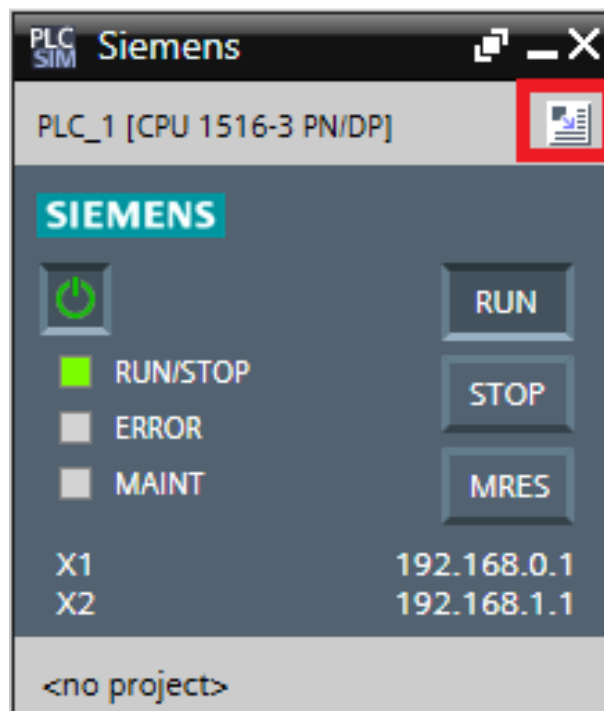


Figura 6.Simulador del PLC (infoPLC,2023)

4.4 Controlador Lógico Programable (PLC) S7-1200 de Siemens

Es un modelo específico de PLC fabricado por Siemens. El PLC 1200 forma parte de la familia de PLC SIMATIC S7-1200 de Siemens, figura 7, que está diseñada para aplicaciones de automatización de nivel básico y mediano. El SIMATIC S7-1200 es un PLC compacto y modular que ofrece capacidades de control y monitoreo para una amplia variedad de aplicaciones

industriales. Puede tener diferentes configuraciones de entradas y salidas digitales dependiendo de las necesidades de la aplicación. Estas entradas y salidas se utilizan para interactuar con sensores y actuadores en el sistema automatizado, admite diferentes tipos de comunicación, como Ethernet y PROFIBUS, lo que permite la integración con otros dispositivos y sistemas en el entorno de automatización (Romero, 2019).

El PLC 1200 se programa utilizando el software de programación TIA Portal de Siemens. Se utiliza el lenguaje de programación diagrama de contactos (KOP) para desarrollar la lógica de control. Puede admitir funciones adicionales, como la comunicación con sistemas de visualización y supervisión (HMI), la capacidad de controlar motores y accionamientos, funciones de temporización y contadores, y la capacidad de realizar cálculos y operaciones matemáticas (GSL Industrias, 2021).

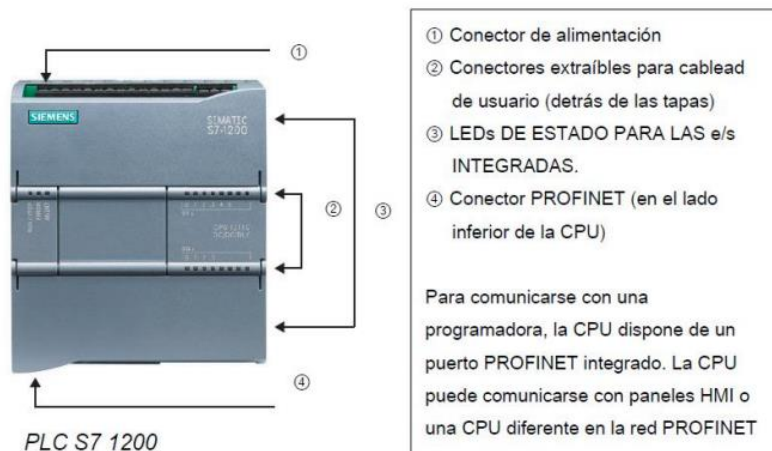


Figura 7. Estructura del PLC 1200 (Romero, 2019)

4.5 HMI KTP 700 Basic PN

Es un panel de operador de la serie HMI de Siemens, “HMI”, que corresponde a las siglas de Interfaz Humano-Máquina, consiste en una interfaz de usuario o panel de control que establece la conexión entre una persona y una máquina, sistema o dispositivo. Con una pantalla

táctil a color de 7 pulgadas y una resolución de 800x480 píxeles, figura 8. "PN" en el nombre se refiere a la funcionalidad de red PROFINET, lo que significa que el panel se puede conectar directamente a una red PROFINET (Carlos, 2014).

En el contexto profesional, la HMI se designa también como Interfaz Humano-Máquina, y esta denominación abarca todos los elementos que una persona empleará para interactuar con el sistema, ya sea tocando, visualizando, escuchando o utilizando diversas funciones de control, así como para recibir retroalimentación sobre dichas acciones (cursoaula21, 2023).

Las HMI desempeñan un papel fundamental al ofrecer a los operadores la capacidad de supervisar y controlar sistemas automatizados de manera efectiva. Estas interfaces resultan fundamentales en entornos industriales y diversas aplicaciones donde la interacción humana es necesaria para el monitoreo y control de procesos automatizados (cursoaula21, 2023).



Figura 8. Pantalla HMI KTP 700

4.6 Dosificador

Conocido también como inyector o medicador, figura 9, este dispositivo tiene como objetivo la adición de un líquido a un solvente o concentrado. Su función, como sugiere su nombre, radica en realizar esta mezcla de manera proporcional, es decir, en cantidades precisas que guardan proporción con el flujo que circula a través de él. Este proceso se lleva a cabo sin verse afectado por las variaciones de presión y corriente en la línea de agua (Prodetecs, 2023) (Páliz Pulles, 2004).

El dosificador se representa como un dispositivo que administrar y controlar un material o sustancia, generalmente líquida o en polvo, para su distribución en un proceso específico y puede tener una estructura que incluye un contenedor o de depósito (Prodetecs, 2023).

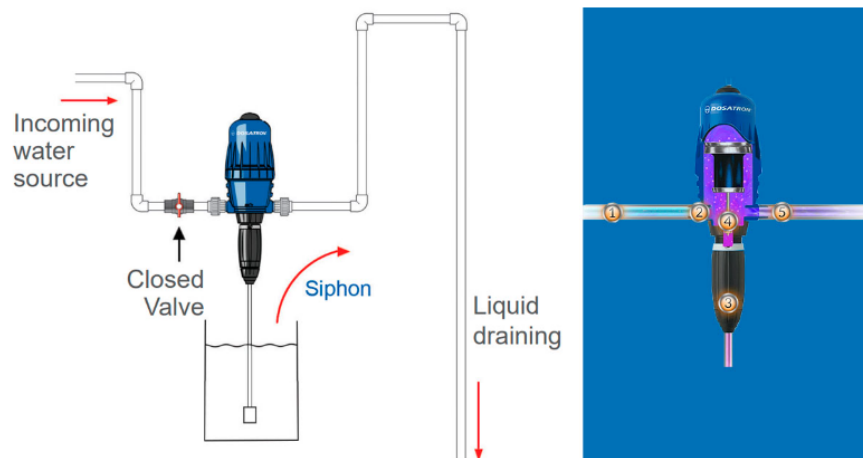


Figura 9. Dosificador (Prodetecs, 2023)

4.7 Mezcladora Industrial

Los agitadores industriales son construidos utilizando acero inoxidable, figura 10. Presentan un diseño específico que incluye paletas mezcladoras impulsadas por un motor, lo que posibilita la transformación de materiales sólidos y líquidos en un nuevo producto.

La potencia operativa de estos equipos permite obtener productos con apariencia granulada, en polvo o en estado líquido. La cámara de mezcla incorpora un mecanismo de aspiración que, al introducir la materia prima, desencadena un proceso de humectación o secado, dependiendo de los resultados deseados (Inoxmin, 2023) (Erazo Soria, 2011).



Figura 10. Mezcladora (Inoxmin, 2023)

4.8 ¿Qué es la mezcla de colores?

Es la mezcla de colores preexistentes con el fin de generar tonos distintivos, figura 11, manipulando las fórmulas y ajustando las variaciones de tonalidades, intensidades (vivo/apagado) y valores (claro/oscuro) de cada uno. Estas combinaciones se fundamentan en un principio esencial propuesto por Isaac Newton y Thomas Young, que establece que "la luz es color". Este concepto se respalda mediante el uso del círculo cromático y la teoría del color (formasfuturo, 2023).



Figura 11. Mezclando colores (formasfuturo, 2023)

4.8.1 El círculo cromático

Conocido también como la “rueda de colores”, figura 12, este diagrama circular fue creado por Sir Isaac Newton en 1666 para explicar la composición de la luz y reconocer los colores del espectro. Aunque inicialmente se diseñó para su aplicación en la pintura, con el tiempo se ha adaptado a otros campos como la fotografía, el diseño y el marketing. La rueda consiste en doce segmentos que organizan los colores según sus relaciones mutuas, clasificándolos en Primarios, Secundarios y Terciarios (formasfuturo, 2023).

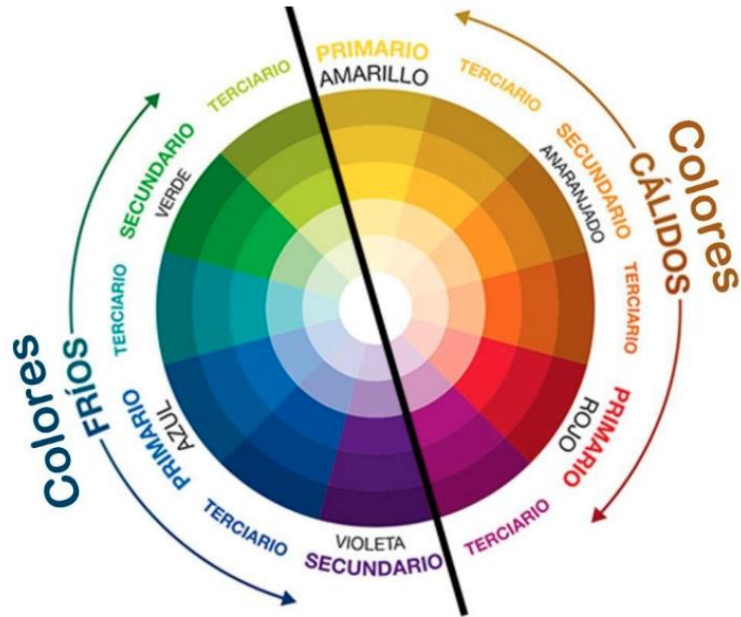


Figura 12. Distribución de los colores en el círculo cromático (formasfuturo, 2023)

4.8.2 Los colores primarios y secundarios

En el círculo cromático, se ubican a 120° unos de otros: amarillo, azul y rojo. Estos se denominan primarios debido a que no se pueden formar de la mezcla de otros colores, sino que sirven como la base para diversas combinaciones conocidas como colores secundarios (Qroma, 2019).

Los colores secundarios, violeta, verde y naranja, son el resultado de mezclar dos colores primarios, figura 13. En el círculo cromático, cada uno de ellos se posiciona entre los dos colores primarios que componen su mezcla (Qroma, 2019) (EDUCATIVO, 2023).

- amarillo + azul = verde
- azul + rojo = violeta
- rojo + amarillo = naranja



Figura 13. colores primarios y secundarios (Qroma, 2019)

Naranja:

Este color resulta al mezclar el color rojo con el color amarillo. Si ambos se mezclan en proporciones iguales, se podrá conseguir el naranja.

Verde:

Al combinar el color azul con el color amarillo, esto da como resultado el color verde. Al igual que ocurre con el color naranja, dependiendo de las proporciones que se utilicen de cada color, puede dar distintos tipos de verde.

Violeta o Morado:

Al igual que con los colores previamente mencionados, este color surge de la combinación de los colores azul con el rojo en cantidades iguales.

También se pueden combinar los colores secundarios y primarios para conseguir los colores terciarios, esto se puede conseguir de la siguiente manera:

4.8.3 Los colores terciarios:

Son el resultado que se obtienen al mezclar en partes iguales un color primario con un color secundario adyacente, figura 14 (es decir, con su vecino más próximo en el círculo cromático) (EDUCATIVO, 2023).

Amarillo anaranjado:

Se obtiene de la combinación del color naranja y amarillo en partes iguales.

Rojo anaranjado:

Se obtiene de la combinación del color naranja y rojo en partes iguales.

Turquesa:

Se puede conseguir mediante la combinación del color verde, el cual resulta de la mezcla del amarillo y el azul, con el color azul.

Azul Violeta:

Se consigue al combinar en proporciones iguales el violeta con el azul.

Amarillo verdoso:

Se obtiene de la combinación del color verde y amarillo en partes iguales los cuales son colores primarios, este color puede ir variando según las proporciones que se desean añadir.

Fucsia:

Se consigue al combinar en proporciones iguales el violeta con el azul.



Figura 14. Colores terciarios (Qroma, 2019)

4.9 Análisis de los modelos de simulación de mezclado de colores

Se presentará una revisión de los principales modelos de simulación de mezcladoras utilizados como referencia en el desarrollo de este trabajo de titulación.

Primer modelo: Diseño y simulación de una mezcladora (80 kg/semana) y dosificadora (1 kg) de polvos finos (café, cacao, azúcar, leche, etc.), y construcción de un modelo.

El objetivo de este proyecto es idear un equipo que pueda combinar y medir polvos finos para la creación de un modelo. Se busca innovar sobre tecnología existente para lograr una utilización más eficiente de recursos.

Los ingredientes se agregarán por separado y en sus propias proporciones al silo de mezcla. El sistema de mezcla se activará y se obtendrán muestras en tiempos T1, T2 y T3 de 2, 4 y 5 minutos respectivamente.

Si después de T3 la mezcla no es homogénea, se añadirán Ti adicionales según sea necesario. Una vez lograda la homogeneidad, se medirá la descarga del silo con el movimiento del tornillo helicoidal en sentido opuesto al de mezcla, realizando 10 mediciones de tiempo.

Luego se llenará la tolva intermedia con la mezcla para medir la descarga del dosificador, con al menos 15 mediciones. Las tasas de descarga de ambos sistemas se igualarán para lograr una dosificación continua.

Además, se medirá el voltaje y la corriente de los sistemas en funcionamiento para determinar la potencia utilizada y compararla con el valor requerido del diseño del modelo. (Mitau Joaquin, 2006)

Segundo Modelo: Diseño y Simulación de un Dosificador y Mezclador Automático

En lo que respecta al desarrollo del proceso de automatización, se parte de una secuencia previamente establecida para el mezclado de dos sustancias. Es crucial tener en cuenta que, en un entorno productivo, no siempre se está operando en modo automático; pueden surgir eventualidades que resulten en la detención inmediata de la maquinaria o del proceso. Por lo tanto, en la automatización de este proceso, es fundamental anticipar todos los posibles escenarios: funcionamiento manual o automático, situaciones de emergencia, inicio y simulación del proceso en la interfaz hombre-máquina (HMI).

El procedimiento del dosificador mezclador automático implica un dispositivo giratorio que recibe dos productos, A y B, los cuales son pesados en una balanza (C), junto con briquetas solubles que son transportadas hacia la tolva de mezclado mediante una cinta de alimentación.

La automatización facilita la creación de una mezcla que comprende los tres productos mencionados anteriormente.

Al presionar el botón de encendido (botón de Arranque), la primera tarea será pesar el producto A. Después de esto, se llevarán a cabo tres acciones simultáneas: cerrar Va, pesar el producto B y alimentar dos briquetas. Una vez finalizadas estas acciones simultáneas, se ejecutarán dos acciones simultáneas más: cerrar la válvula Vc y activar el mezclador. Después de esperar el tiempo necesario para la mezcla (5seg para simulación), se puede comenzar a vaciar el mezclador girando el motor hacia la derecha; al concluir esta tarea, se detiene el motor y se inicia el giro hacia la izquierda. Una vez que el mezclador ha vuelto a su posición original, se detiene el motor y se vuelve a la posición inicial (SILVA ISAAC, 2017).

Tercer Modelo: Diseño de una mezcladora de tintas de colores

La automatización de procesos provocada por la tecnología ha transformado el mundo, simplificando tareas complejas y ahorra tiempo y dinero, sin dejar de mejorar continuamente las máquinas y sistemas automatizados para optimizar la producción y satisfacer las demandas de los usuarios.

En primer lugar, se utilizó un sistema de lectura RGB y conversión a CMY con las ecuaciones de la investigación, confirmando la estrecha relación entre ellos. En segundo lugar, se creó una interfaz gráfica para controlar el proceso, de modo que cualquiera pueda operarlo fácilmente. Por último, se desarrolló un sistema automático de mezcla de tintas que funciona de manera óptima y cumple con las expectativas en todas las etapas, alcanzando así el objetivo general de diseño y construcción de una mezcladora de tintas controlada por un microcontrolador a través de una PC (ANTONIO, 2013).

V MARCO METODOLÓGICO

En base a la investigación bibliográfica, según lo indicado en el Marco Teórico en el apartado 4.9 “Análisis de los modelos de simulación de mezclado de colores”, este proyecto de titulación está basado en el segundo modelo: “Diseño y Simulación de un Dosificador y Mezclador Automático.”

En este trabajo de titulación, se tomó en consideración que la simulación sea representativa, de tal forma que la recopilación de datos busca reflejar de manera muy cercana, la realidad que se pretende representar. El análisis de la información conlleva una metodología analítica debido a que se explorara el proceso de un sistema de mezclado de pinturas.

Posterior al análisis se realizará el diseño y simulación haciendo uso del software TIA PORTAL, siendo esta metodología de carácter experimental. Haciendo uso del método cuantitativo, los datos que se obtendrán y el análisis de estos, brindarán la certeza del estudio realizado, tanto como la coherencia y consistencia para la replicación de mezcla de los colores que se determinen, de manera que estos puedan ser simulados en la mezcladora de colores, la figura 15 muestra el diagrama del proceso.

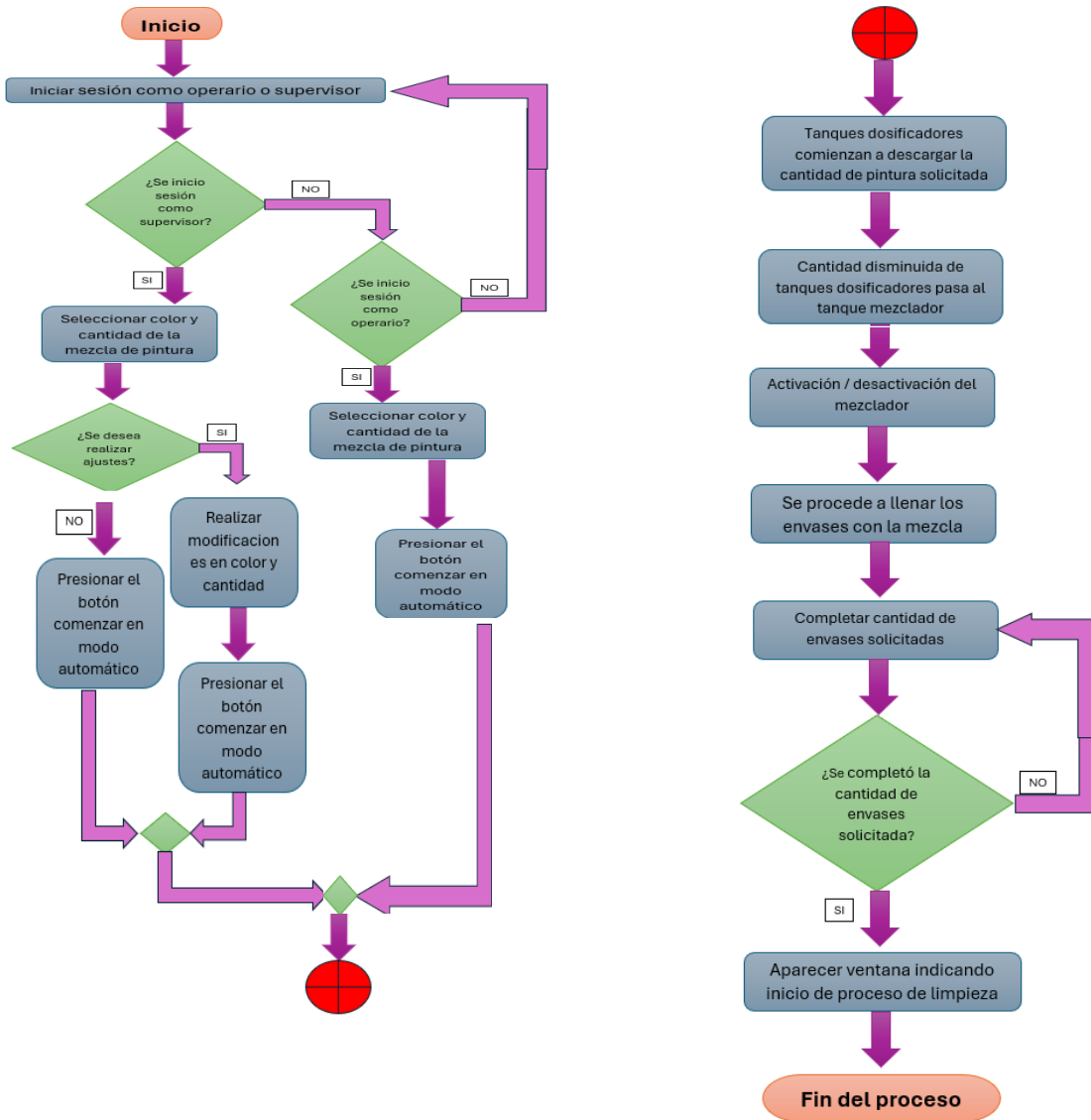


Figura 15. DIAGRAMA DEL PROCESO

5.1 Creación del proyecto en el software de TIA PORTAL

Crear un programa en TIA Portal para un PLC de Siemens (S7-1200, S7-1500, etc.)

conlleva varios procedimientos. A continuación, se presentará el paso a paso a seguir.

1. Abrir TIA PORTAL: Iniciar el software en su computador, así como se puede apreciar en la figura 16.

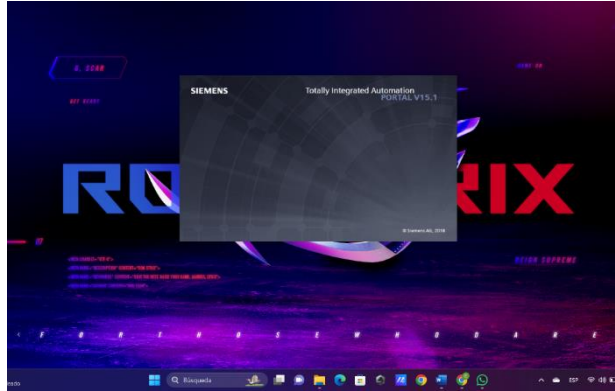


Figura 16. Abriendo el software TIA PORTAL

2. Crear un Nuevo Proyecto: Se desplegará la opción “Crear proyecto”, una vez hecho, se debe asignar un el nombre del proyecto a realizar en “Nombre Proyecto”, figura 17.

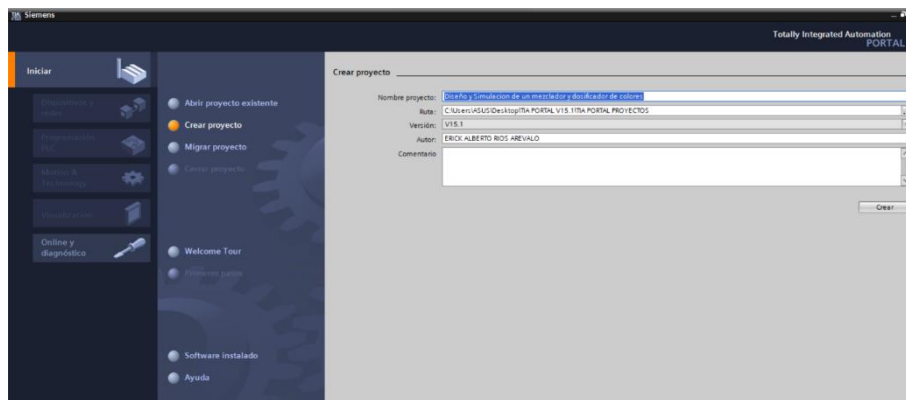


Figura 17. Creando un nuevo proyecto en TIA PORTAL

3. Seleccionar el Dispositivo: En este paso ya se ha creado el proyecto, a continuación, se procede a selecciona el tipo de controlador que se va a utilizar (por ejemplo, S7-1200, S7-1500, etc.), el modelo específico y la versión, tal como se indica en la figura 18 y 19.

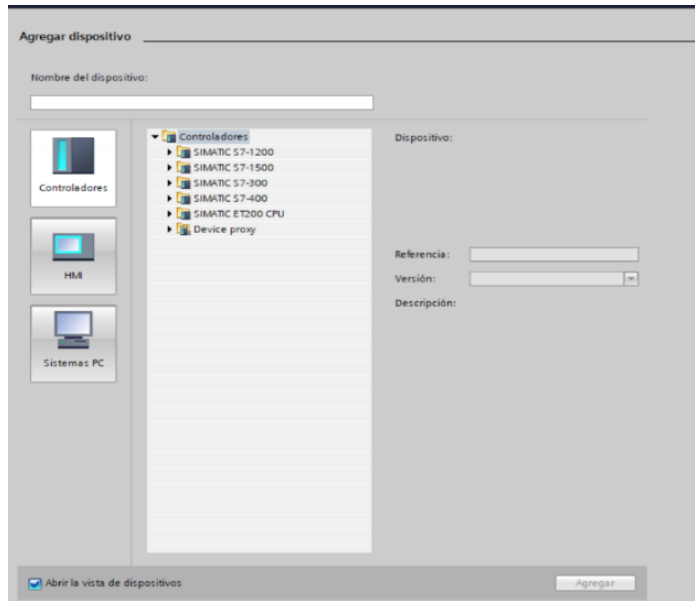


Figura 18. Selección del controlador

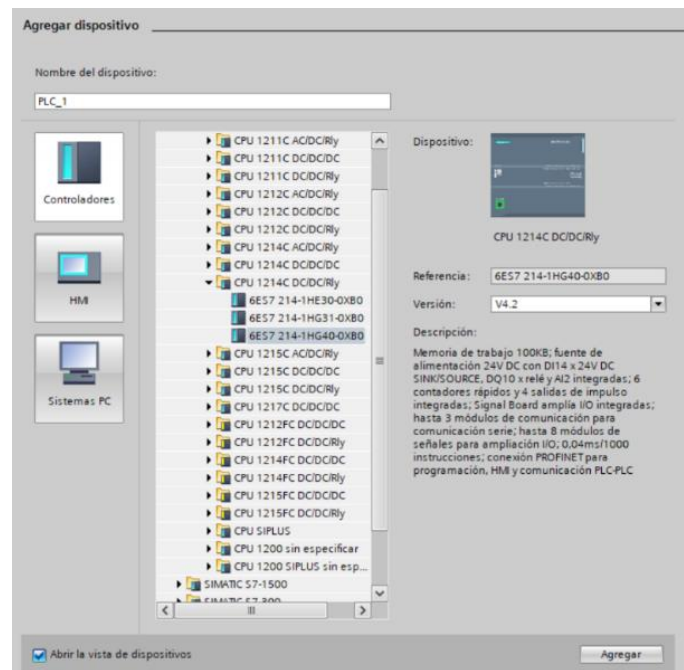


Figura 19. Selección del modelo específico

Posterior a eso, se llevó a cabo la programación en lenguaje KOP que se utilizó en este trabajo de titulación, en el apartado con el nombre “PLC_1” aquí se encontrará todos los bloques de programa y bloques de datos utilizados para esta simulación, figura 20.

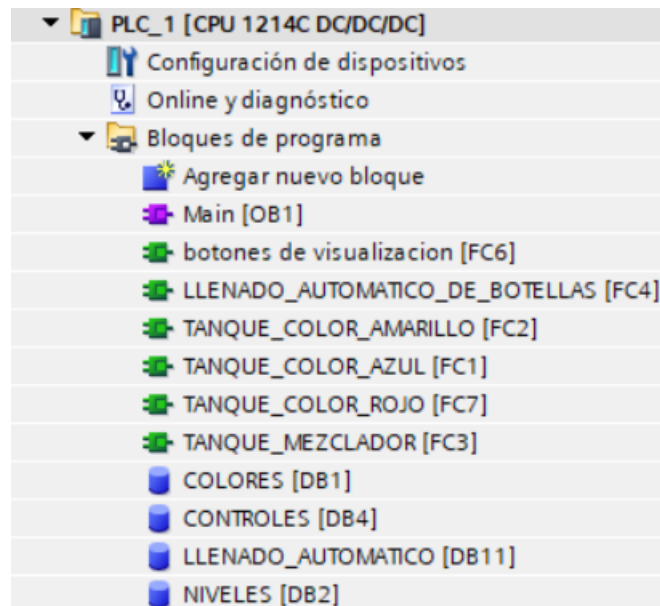


Figura 20. Bloques de programa

5.2 Creación de cada bloque de programación del PLC en TIA PORTAL

En este trabajo de titulación se crearon 6 bloques (FC) en los que se guardará la programación, para crear estos bloques, dar clic en la opción “Agregar nuevo bloque”, seleccionar el bloque de función “FC” se lo puede distinguir porque es de color verde, una vez seleccionado el bloque a utilizar, de asigna un nombre a dicho bloque, figura 21.

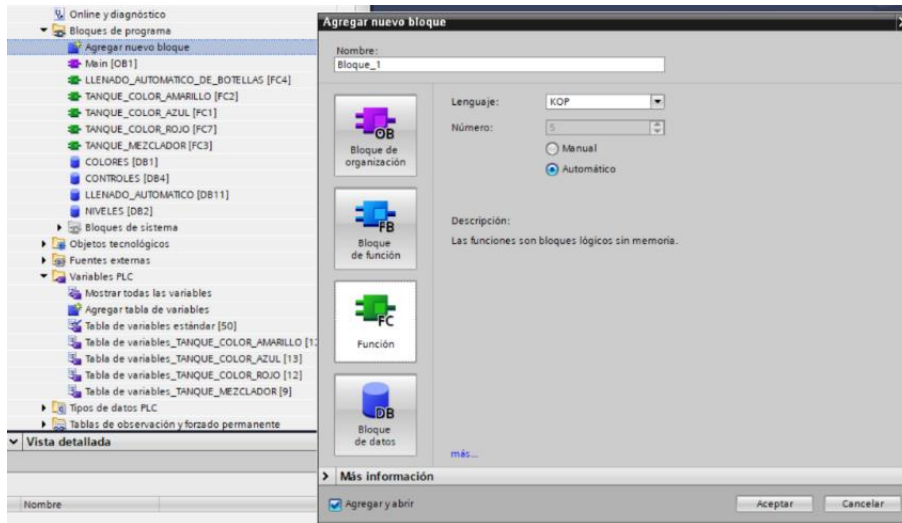


Figura 21. Creación de los bloques FC

De igual forma, también fue necesario crear 4 bloques de datos (DB) para almacenar los datos de las variables para su posterior lectura y/o escritura en cualquier segmento del programa, para esto se debe retomar los mismos pasos que se utilizaron para la creación de los bloques (FC) pero con la diferencia que una vez se dé clic en “agregar nuevo bloque”, se debe seleccionar la opción “bloque de datos” y de igual manera asignarle un nombre, figura 22.

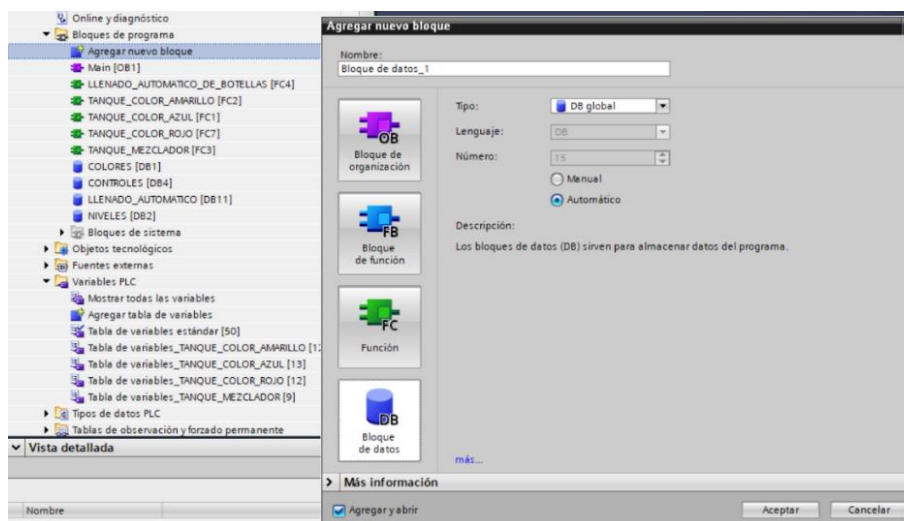


FIGURA 22. Creación de los bloques de datos

A continuación, se describe la programación de los tanques que se han utilizado, tomando como referencia la programación del tanque amarillo.

5.3 Programación KOP de tanques para los colores primarios

En el segmento 1, inicialmente se procedió a crear un modo de selección entre automático y manual. Para ello, se empleó un bloque "set/reset" junto con dos contactos: uno para el modo de control automático y otro para el control manual, figura 23.

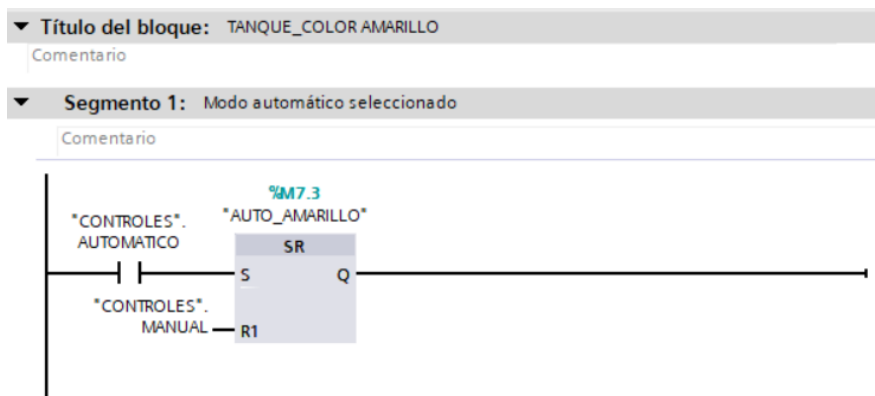


Figura 23. Modo de selección automático o manual

Para el segmento 2, se llevó a cabo la lógica de programación para la condición "se necesita color amarillo". Esta lógica se compone de un bloque "set/reset" con dos comparadores. El primero de ellos se encuentra en el "set" e indica que si la condición de "COLORES.COLOR_AMARILLO" es diferente de cero, activará el bloque "SR". El segundo condicional se encuentra en el "reset" y señala que si "COLORES.COLOR_AMARILLO" es igual a cero, se desactivará el "SR", figura 24.

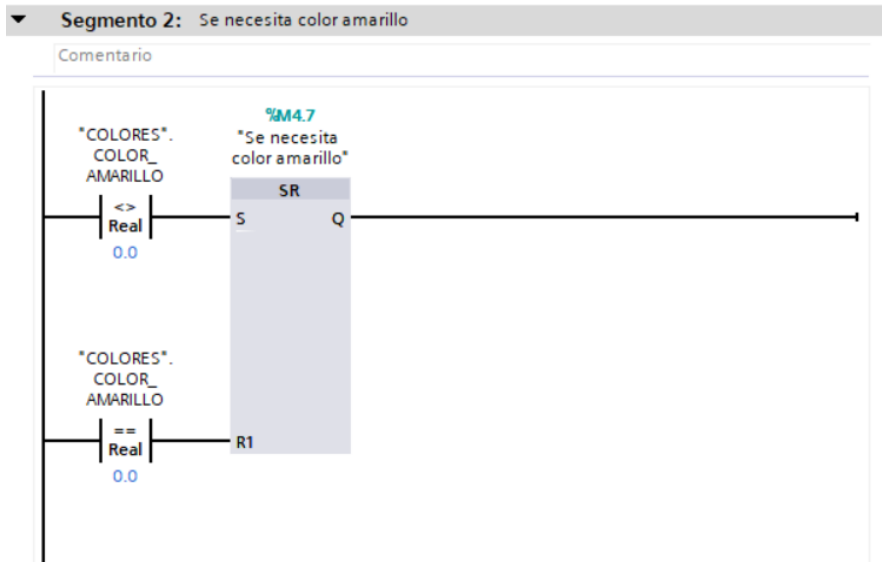


Figura 24. condición "se necesita color amarillo"

En el segmento 3, se presenta la programación para "Iniciar habilitación", la cual comprende un bloque principal de activación y desactivación "SR". Para activarlo, se deben cumplir ciertos requisitos. Primero, la condición de "se necesita color amarillo" debe estar activada. Segundo, se debe estar en modo "automático". Una vez cumplidas ambas condiciones, se puede activar el contacto "controles.comenzar" o "controles.reanudar" para luego activar el bloque principal.

Para desactivar el "S/R", se utilizó un contactor llamado "controles.paro", que al ser accionado deshabilitará el bloque principal, figura 25. Además de esto, se colocaron otros 2 contactos que cumplen la misma finalidad, los cuales se detallarán más adelante.

▼ Segmento 3: Iniciar habilitación

SE MODIFICÓ CON EL CONDICIONAL "NIVELES.NIVELES_DEL_MEZCLADOR"

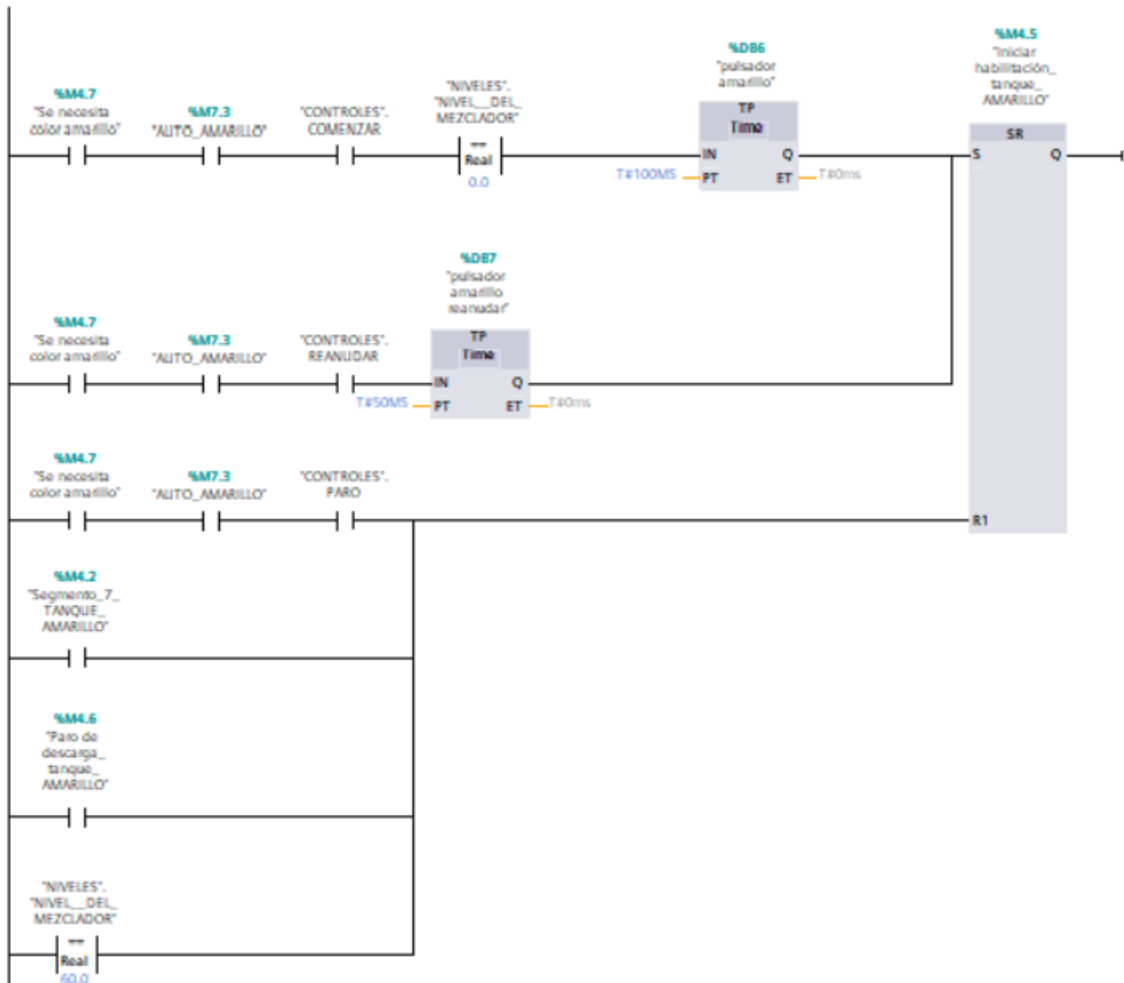


Figura 25. Código KOP de Iniciar habilitación Tanque Amarillo

En el segmento 4, se desarrolló el código para el punto de ajuste del nivel de la receta de control del tanque amarillo. Para utilizar este código, es necesario que estén activados los contactos de "se necesita color amarillo", "auto_amarillo" y "controles.comenzar". Después de esto, se llevará a cabo una resta entre el nivel del tanque y la cantidad de color amarillo solicitada, figura 26.

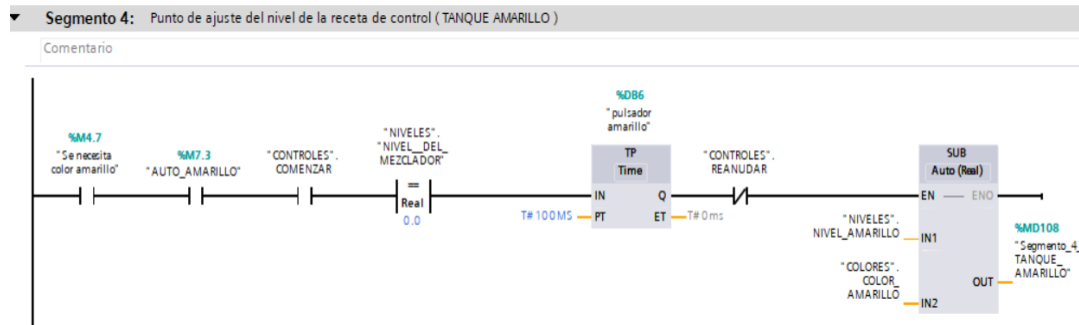


Figura 26. Punto de ajuste del nivel del tanque amarillo

En el segmento 5, se describe la secuencia de paro de descarga del tanque amarillo, figura 27. Para poder activar su salida, es necesario que se encuentren activados tres contactores: "se necesita color amarillo", "auto_amarillo" y "Iniciar habilitación tanque amarillo". Además, se debe cumplir con la condición de que el nivel del tanque sea menor o igual al valor resultante del "punto de ajuste del nivel" del segmento 4. Una vez cumplidos todos estos requisitos, se activará la salida "Paro de descarga_tanque_AMARILLO", la cual a su vez desactivará el bloque principal del segmento 3, denominado "Iniciar habilitación_tanque_amarillo".

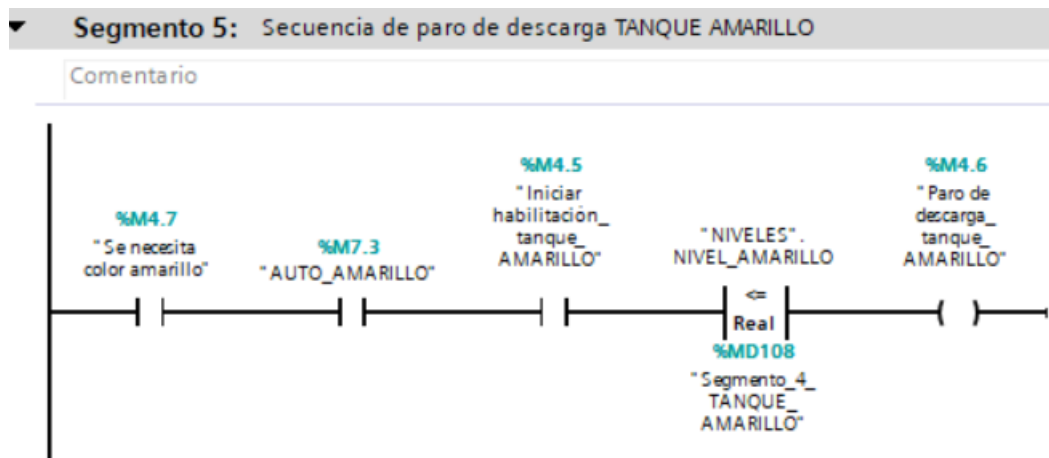


Figura 27. Secuencia de paro de descarga tanque amarillo

En el segmento 6 se encuentra la programación para la simulación de descarga del tanque amarillo. Esta lógica de programación permite visualizar cómo el nivel de cada tanque se va disminuyendo desde la pantalla del HMI. Esto proporciona a la persona encargada del proceso una referencia visual del nivel del tanque, figura 28.

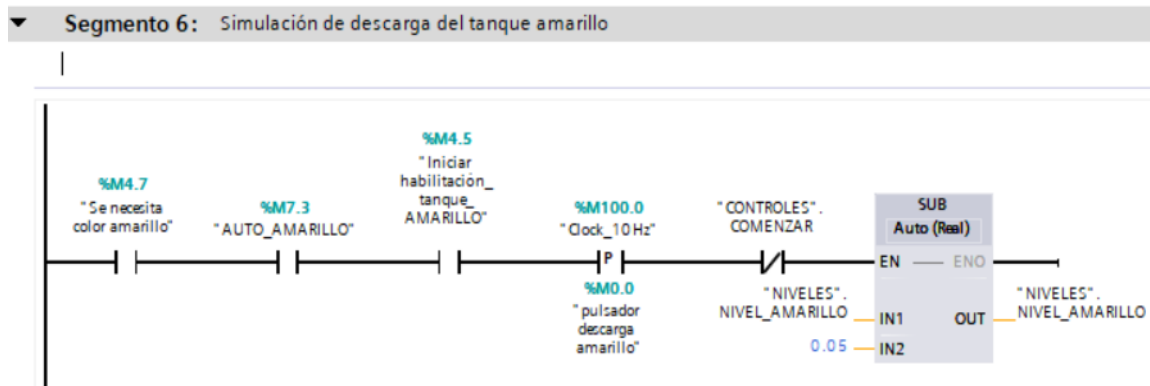


Figura 28. Programación para la simulación de descarga del tanque amarillo

La lógica de programación utilizada en el segmento 7 tiene como objetivo detener el proceso si el nivel del tanque alcanza o desciende por debajo del 5% de su capacidad máxima, figura 29.

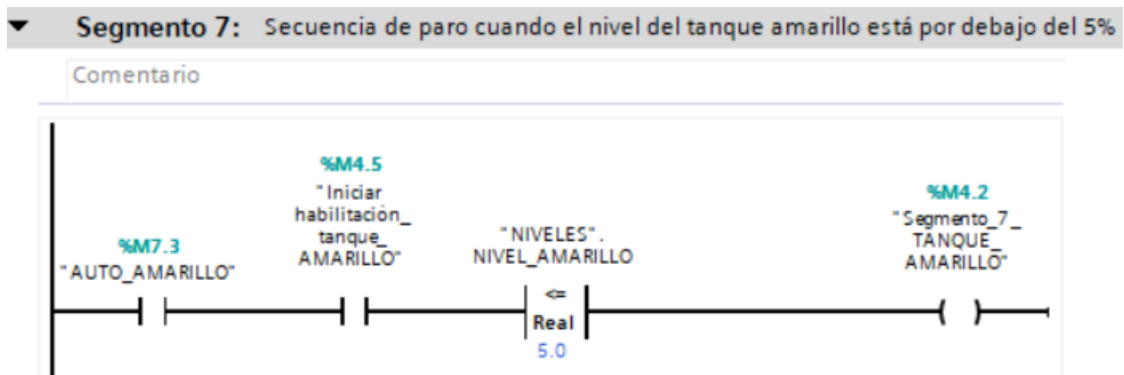


Figura 29. Secuencia de paro cuando el nivel del tanque amarillo está por debajo del 5%

El segmento 8 contiene la programación para la recarga del tanque amarillo, figura 30, que incluye dos modos de llenado. El primer modo es manual, lo que permite a la persona llenar el tanque hasta el nivel deseado cuando lo considere necesario. Para utilizar este modo, el proceso debe tener activado el contactor normalmente cerrado, seguido del accionamiento del contacto "CONTROLES.RELLENAR TANQUE_AMARILLO", el cual es activado por la persona desde el HMI. El segundo modo es automático y se activa cuando el nivel del tanque es menor al establecido en el segmento 9.

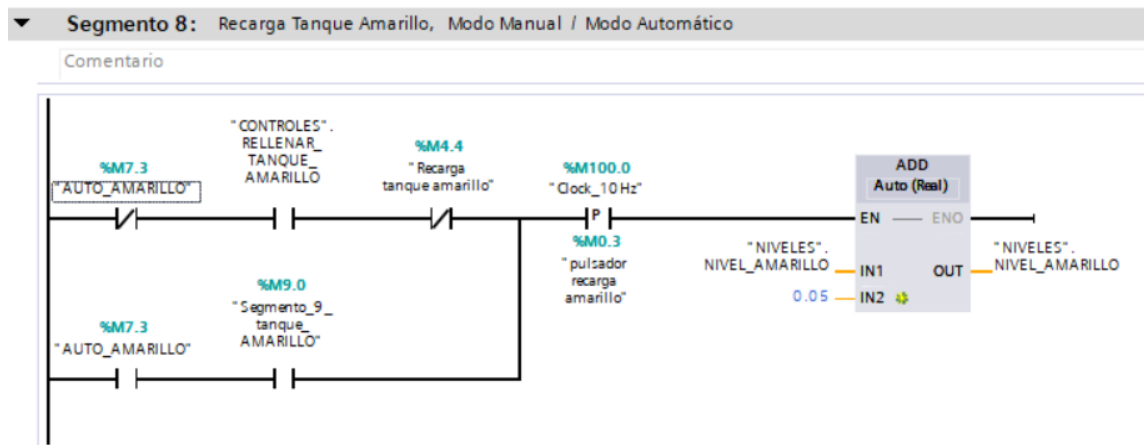


Figura 30. Recarga Tanque Amarillo, Modo Manual / Modo Automático

Siguiendo con lo mencionado anteriormente, el segmento 9 está diseñado para recargar el tanque de forma automática cuando alcanza un porcentaje previamente establecido. En este caso, se configuró para activar el llenado cuando el nivel alcance un porcentaje igual o inferior al 30% de su capacidad máxima, y a su vez detener el llenado del tanque al alcanzar el 100%, como se muestra en la figura 31.

▼ Segmento 9: Llenado AUTOMÁTICO cuando el nivel del tanque AMARILLO es menor o igual a 30%

Comentario

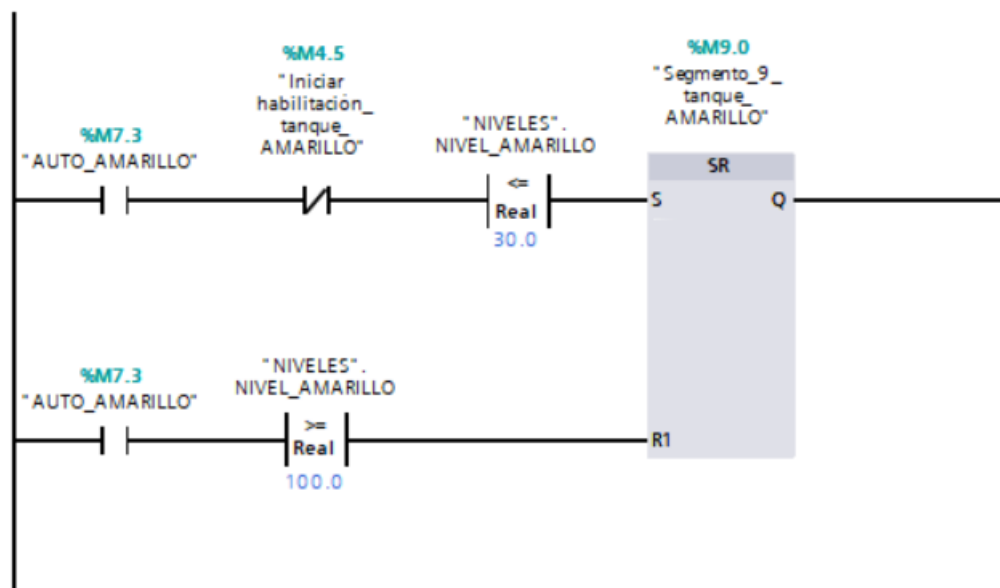


Figura 31. Llenado automático cuando el nivel del tanque amarillo sea menor o igual al 30%

El segmento 10 contiene el código para la activación de la válvula de recarga del tanque amarillo, figura 32, que como se ha explicado anteriormente, tiene dos modos de activación: manual y automático. Para activar esta válvula manualmente, la persona debe accionar el contacto "CONTROLES.RELLENAR-TANQUE_AMARILLO". Por otro lado, para utilizar el modo automático, se deben cumplir las condiciones establecidas en el segmento 9.

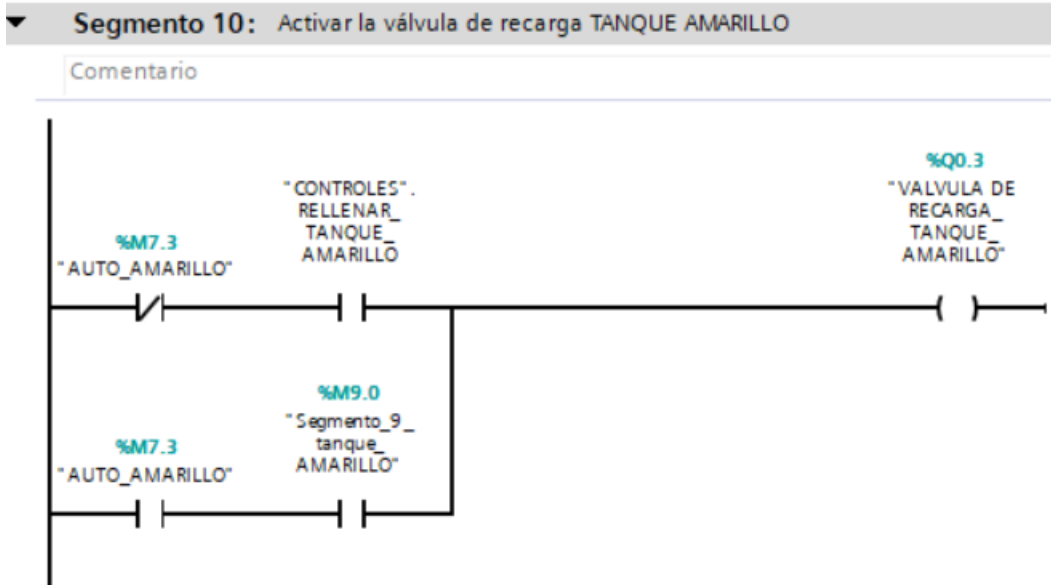


Figura 32. Activación de la válvula de recarga del tanque amarillo

El segmento 11, figura 33, forma parte de la programación para llenar el tanque en cualquiera de los dos modos mencionados anteriormente, lo cual es una parte importante de la lógica utilizada en el segmento 8.

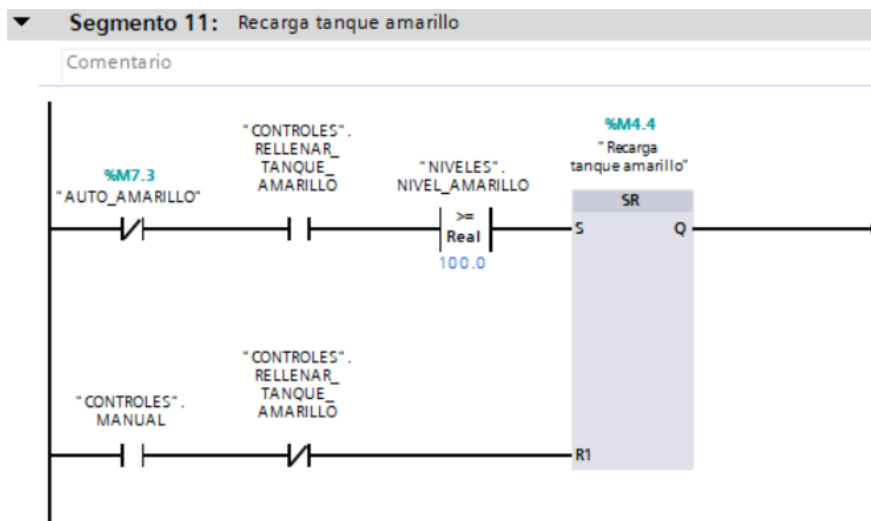


Figura 33. Recarga tanque amarillo

El segmento 12 tiene como objetivo activar la válvula de descarga, figura 34, lo cual permite la disminución del nivel del tanque y posteriormente realizar las mezclas de colores.

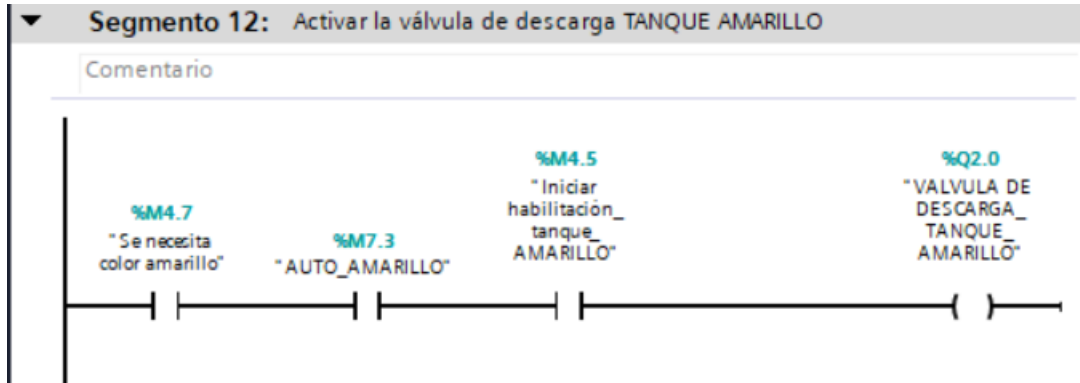


Figura 34. Activar la válvula de descarga del tanque amarillo

5.4 Programación KOP de los botones de visualización

El segmento 1 permite que una vez se pause el proceso desde el HMI este permita alternar los botones de “comenzar” y de “reanudar” por medio de la asignación “Controles.SALIDA”, figura 35.

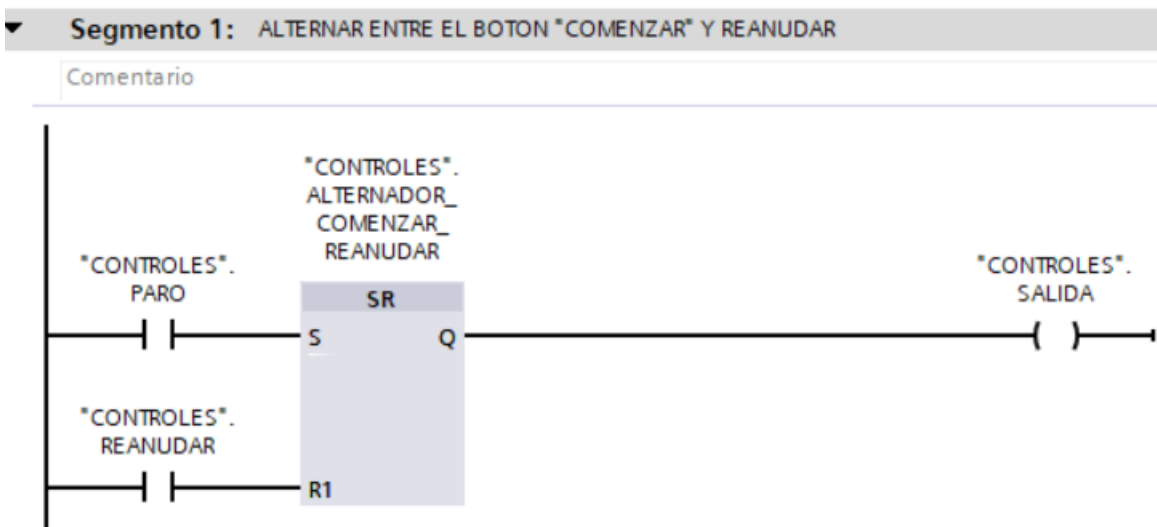


Figura 35. Alternar entre botón "comenzar" y "reanudar"

El segmento 2, figura 36, tiene la finalidad de cambiar forma en cómo se presenta el seleccionador de colores una vez que ya se está en el HMI, dependiendo si accede como operario o supervisor.

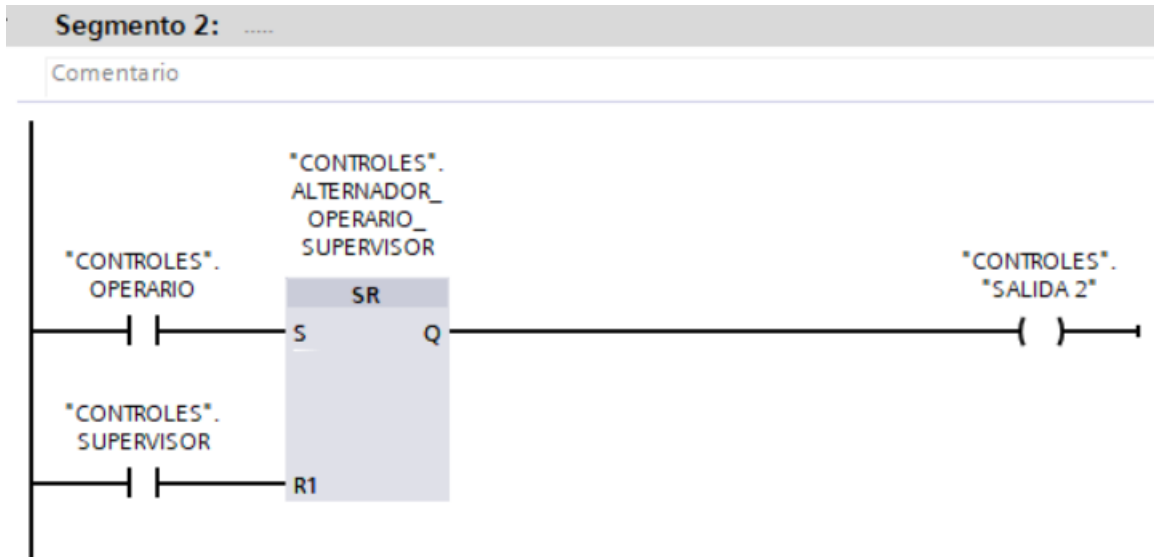


Figura 36. Programación para visualización del seleccionador de colores

5.5 Programación KOP del tanque Mezclador

Para poder iniciar con el proceso de mezclado primero se debe verificar que el proceso este en modo automático, caso contrario no dará inicio a la parte de mezclado, segundo una vez que se detecte que las válvulas de descarga de los tanques “amarillo”, “azul” y “rojo” se hayan desactivado, se procede a comparar si el nivel del tanque mezclador es el mismo con la cantidad de pintura solicitada, una vez que se cumpla con todas estas condiciones se dará paso a la activación del tanque de mezclado, en la figura 37 se logra apreciar la lógica de programación.

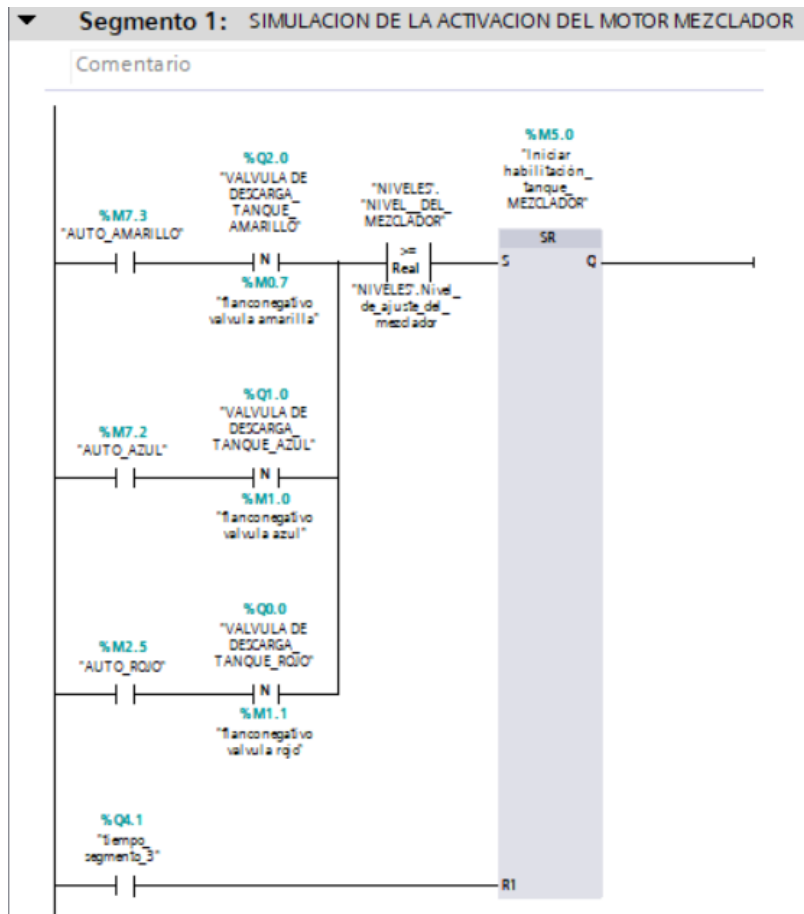


Figura 37. Activación del motor mezclador

En el segmento 2 se encuentra la activación del motor mezclador, figura 38, una vez que el bloque “Iniciar habilitación_tanque_MEZCLADOR” este activara una bobina denominada “MOTOR MEZCLADOR”.

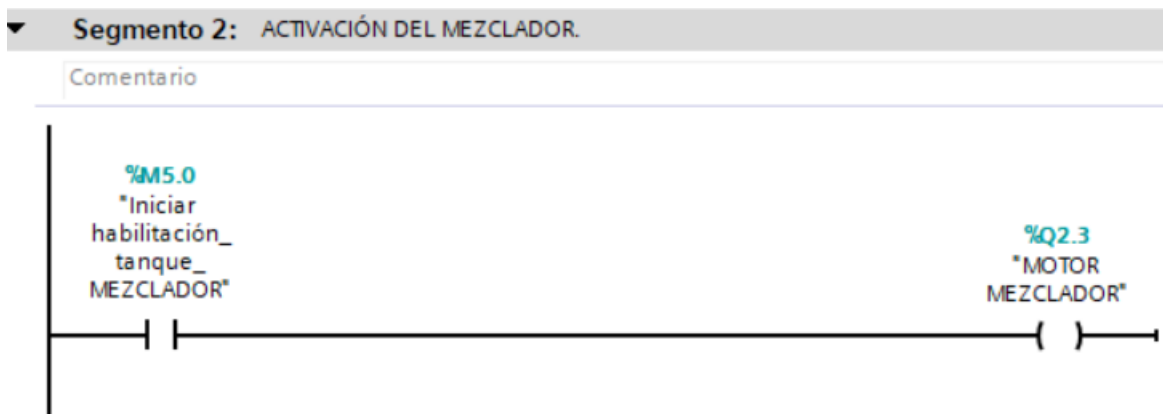


Figura 38. Activación del motor mezclador

En el segmento 3 se encuentra el tiempo que permanece activado el motor mezclador en este caso se le asignó un tiempo de 30 segundos, así como se puede observar en la figura 39.

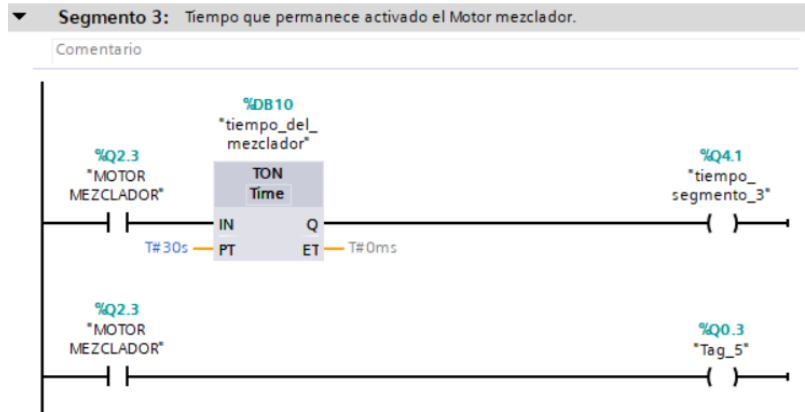


Figura 39. Tiempo que permanece activado el motor mezclador.

El segmento 4 se carga la cantidad de color que se requiere para las distintas mezclas a la variable "NIVELES_Nivel_de_ajuste_delmezclador", así como lo ilustra la figura 40.

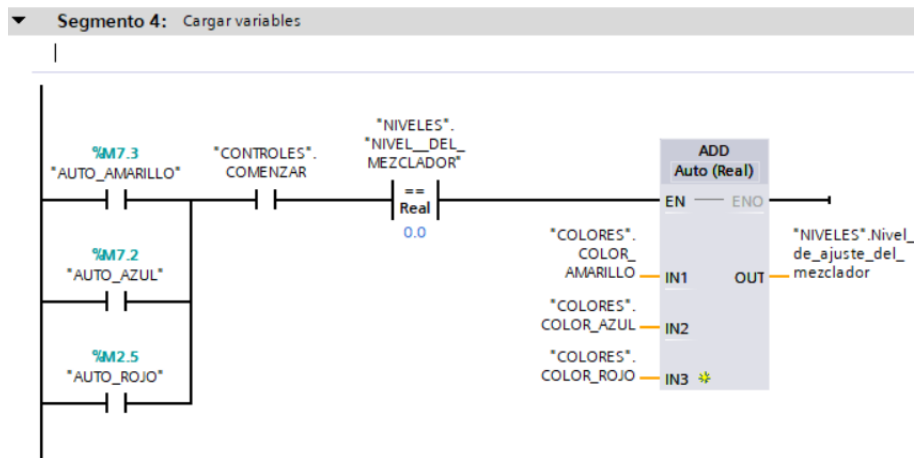


Figura 40. Cargar variables del tanque mezclador

El segmento 5 cumple con el objetivo de reiniciar la variable “Nivel de ajuste del mezclador” a cero, una vez que se haya vaciado el contenido en el tanque mezclador, figura 41.

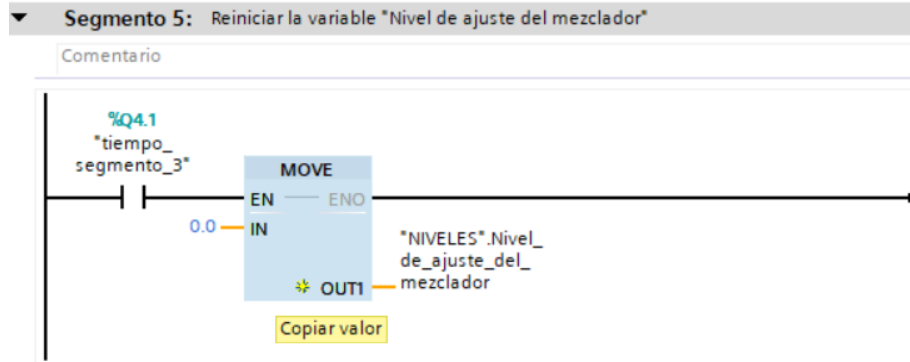


Figura 41. Reiniciar la variable "Nivel de ajuste del mezclador"

El código que se encuentra en la figura 42, es la encargada de la simulación del llenado del tanque mezclador y se activa cuando el proceso está en automático y se haya detectado que los tanques de dosificación fueron requeridos, además de que se utilizó un “clock” de 2Hz para que el nivel del mezclador aumente de manera paulatina.

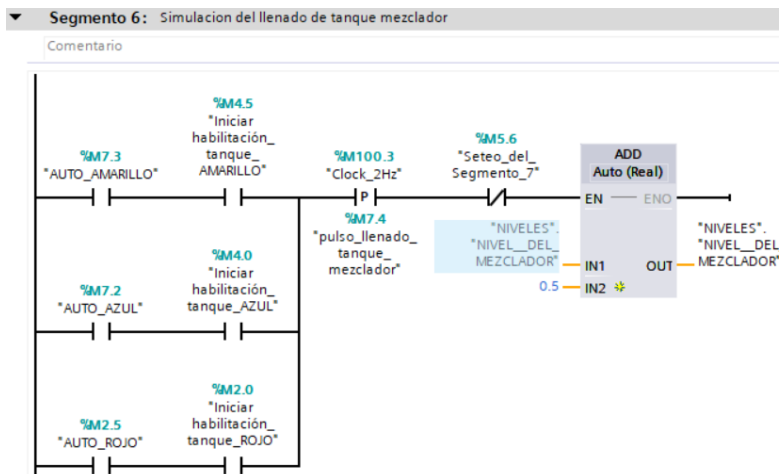


Figura 42. Simulación del llenado del tanque mezclador

En la figura 43, una vez que el nivel del tanque mezclador se iguale a la variable del segmento 4, esta mandará un seteo al segmento 6 para detener el llenado del tanque mezclador.

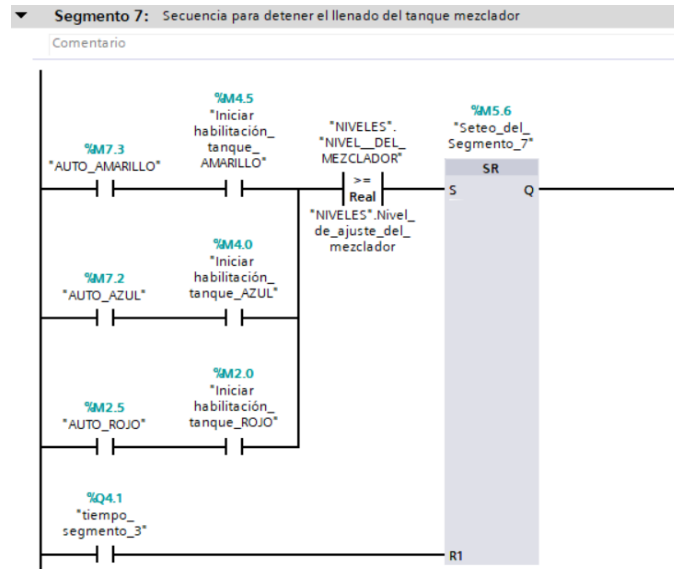


Figura 43. Secuencia para detener el llenado del tanque mezclador

La figura 44 del segmento 8 es la secuencia una vez finalizada la mezcla, una vez que el motor mezclador se desactive, esta va a activar el “seteo del segmento 8”.

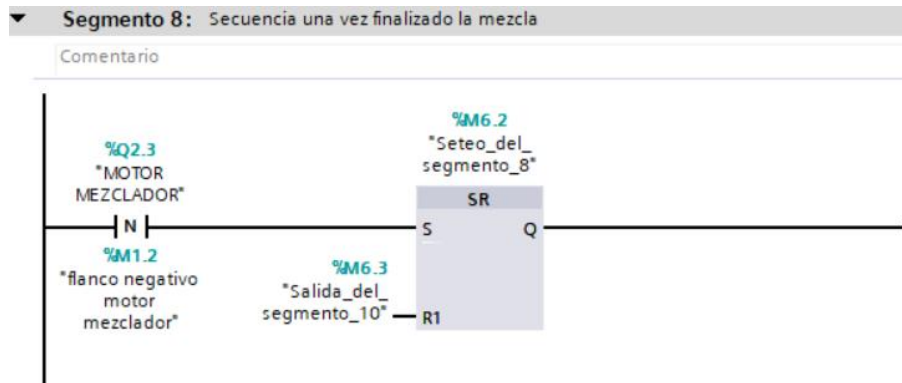


Figura 44. Secuencia una vez finalizada la mezcla

El segmento 9 consiste en la simulación del vaciado del tanque mezclador esto ocurre después de la activación del “seteo del segmento_8” y va disminuyendo con ayuda de un “clock” de 1 Hz y además cuando se cumpla la condición “llenado_Automatico.Movimiento FAJA” igual a 49, esto último lo que indica es la posición del recipiente donde se verterá la mezcla, esto se puede observar en la figura 45.

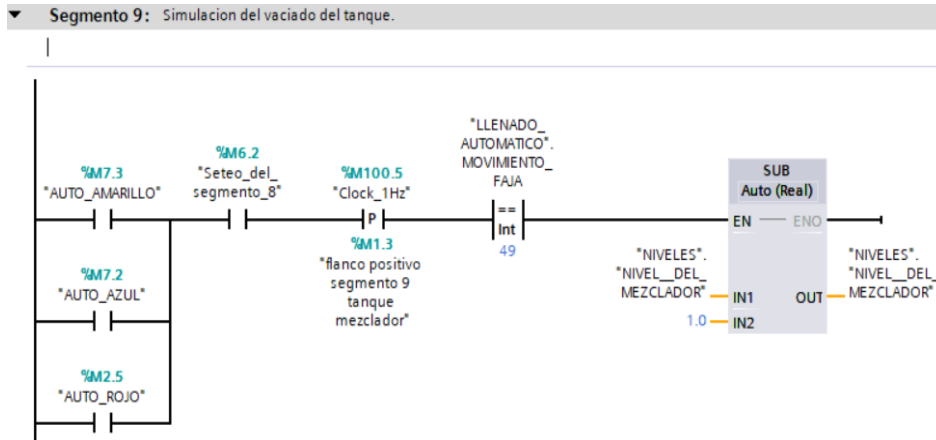


Figura 45. Simulación del vaciado del tanque mezclador

En la figura 46 el segmento 10 tiene como única función el de desactivar el bloque “SR” del segmento 8.

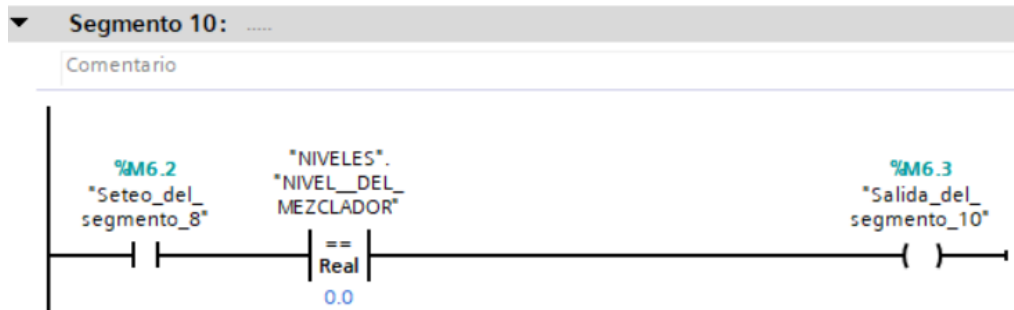


Figura 46. Reseteo del segmento 8

El segmento 11 es la activa una salida que es accionada cuando el contacto “VALVULA DE DESCARGA_TANQUE MEZCLADOR” se encuentra activada, figura 47.

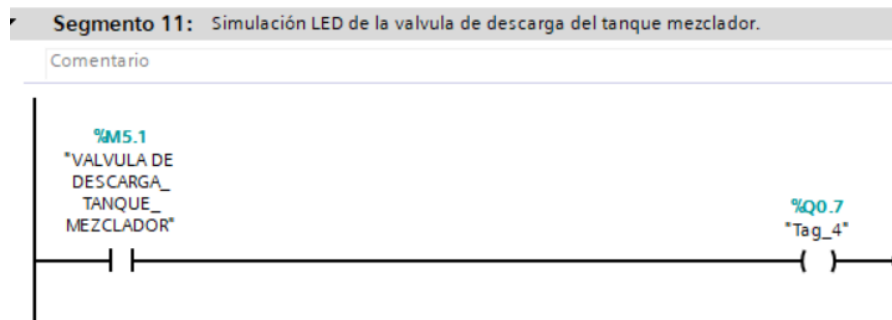


Figura 47. Salida de la válvula de descarga

El segmento 12 es la programación que se utilizó para mostrar un mensaje en la pantalla de limpieza del tanque mezclador cada vez que finalice un proceso, figura 48.

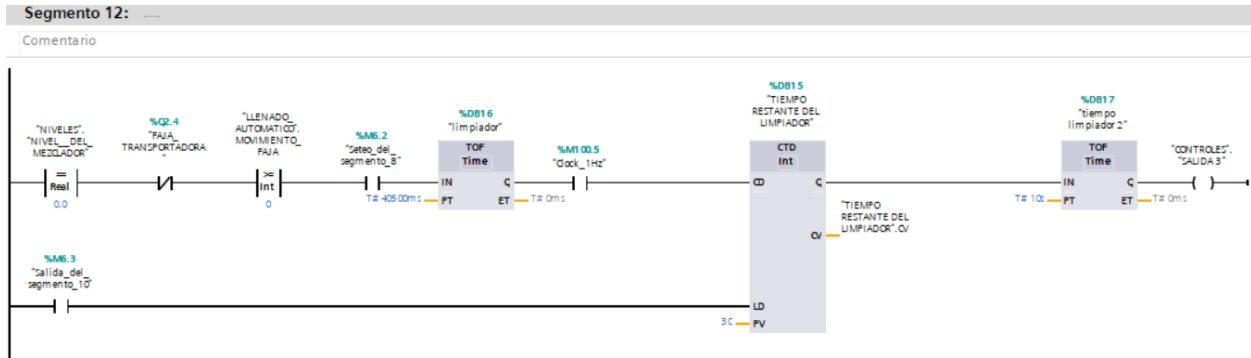


Figura 48. Limpieza del tanque mezclador

5.6 Programación KOP del llenado automático

Para activar el sistema del llenado automático, se debe tener el proceso en modo automático y este mismo se activará una vez se detecte que el motor mezclador se a desactivado, para desactivarlo se tiene el botón de paro o que el seteo del segmento 8 y la condición se cumpla, tal y como lo indica la figura 49.

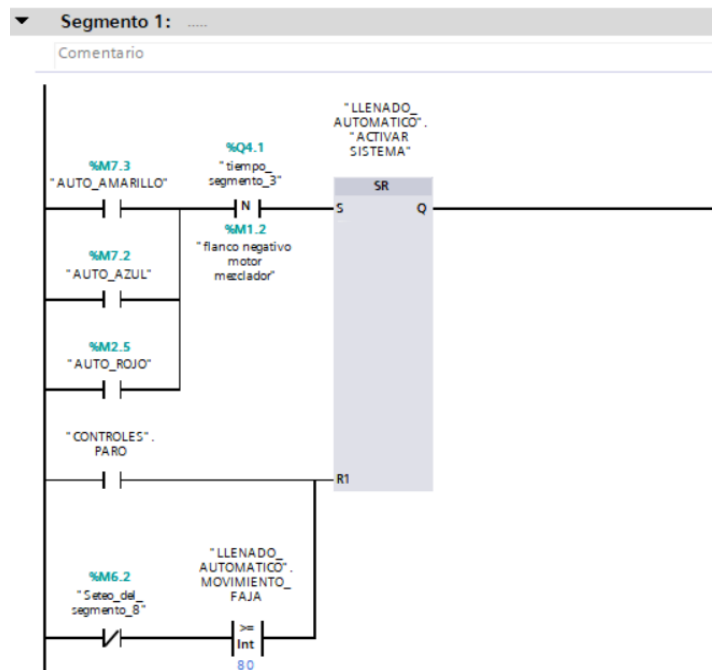


Figura 49. Activar sistema del llenado automático.

Una vez que se activa el sistema el sistema, este activa la faja transportadora esta misma activa una salida con el mismo nombre y para desactivarla contar con el botón de paro, otra forma es cuando el embace está listo para llenarse y por último cuando el nivel del tanque mezclador llega a cero, como se indica en la figura 50.

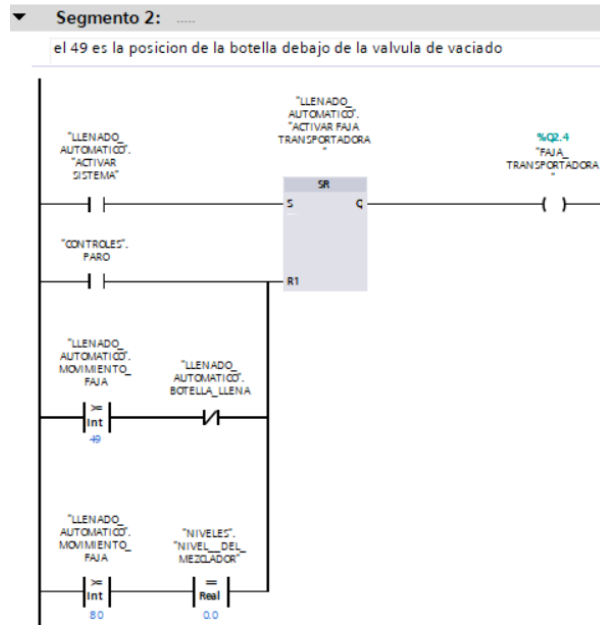


Figura 50. Activar faja transportadora

Al activarse la salida de la faja transportadora esta da paso a la activación del “MOVIMIENTO DE LA FAJA”, a través de un contador ascendente y se detiene con el botón de paro, figura 51.

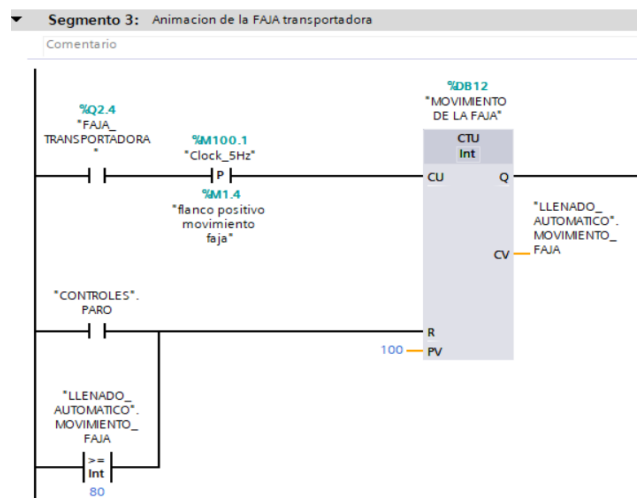


Figura 51. Animación de la faja transportadora

En la figura 52, el segmento 4 está dedicado al conteo de los embaces, una vez que se les llene con la mezcla de colores y hayan culminado el recorrido a través de la faja, el contador ascenderá en uno y se reinicia el conteo cuando es accionado el contacto “RESETEO CUENTA BOTELLAS”.

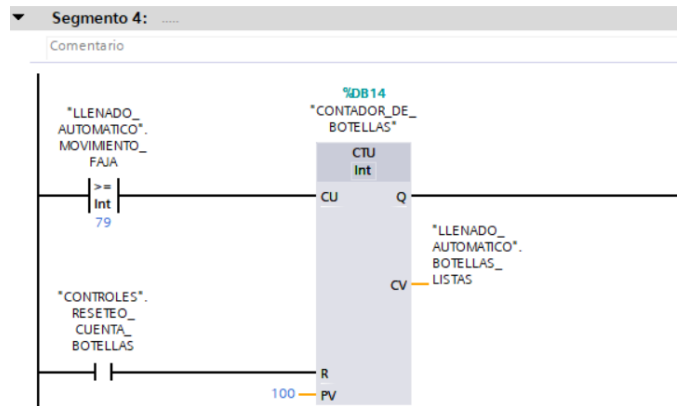


Figura 52. Contador de botellas

Cuando se cumple la condición de que el movimiento de la faja es igual a 49, esto indica que el embace esta debajo de la válvula de descarga del tanque mezclador lo que ocasiona que este mismo se active y para pausarlo se tiene el botón de paro y un tiempo que se le asigno de 5 segundos, figura 53.

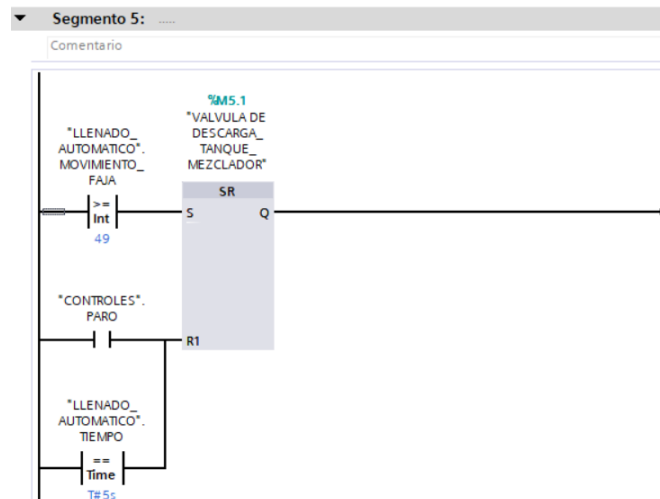


Figura 53. Válvula de descarga del tanque mezclador

A lo que se activa la válvula de descarga del tanque mezclador, este activa el bloque “activar tiempo” que a su vez permite dar paso al accionamiento de un temporizador TON y la salida de este temporizador es el que indica cuando el embace se ha llenado, para desactivar este segmento se lo logra cuando el movimiento de la faja cumple con la condición de que se le estableció además de poderlo desactivar con el botón de paro, la figura 54 indica el tiempo que se utiliza para llenar cada botella.

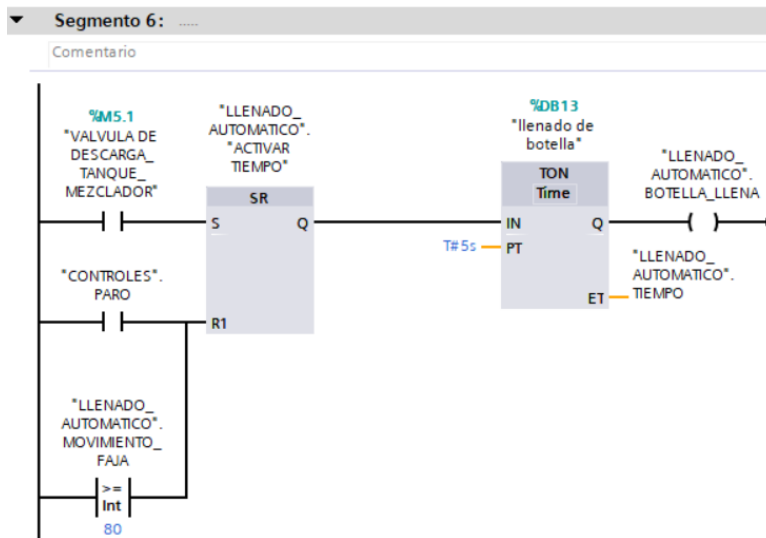


Figura 54. Tiempo para el llenado de botellas

5.7 DISEÑO DE LA INTERFAZ GRAFICA EN EL HMI

La creación del sistema de mezclado de colores se llevó a cabo aplicando los conocimientos adquiridos en el entorno académico y se supervisa mediante el empleo de una pantalla HMI. Se crearon 9 pantallas para visualizar cada paso del proceso de la simulación de manera secuencial.

5.7.1 DISEÑO DE LA PANTALLA DE INICIO DE SESION

Para la creación de esta pantalla, figura 55, se ha incluido un visor de usuario para indicar que se ha iniciado sesión. Además, se han agregado tres botones: el primero, titulado "Iniciar como operario", está diseñado exclusivamente para que los operarios accedan; el segundo botón, llamado "Iniciar como supervisor", también está destinado únicamente para que los supervisores inicien sesión. El tercer botón es el de "Cerrar sesión", el cual se utiliza para finalizar la sesión, ya sea del operario o del supervisor.



Figura 55. Diseño de la pantalla de inicio de sesion

5.7.2 DISEÑO DE LA PANTALLA SELECCIONADOR DE COLORES

Para la creación del selector de colores, se diseñaron dos pantallas con el fin de tener una pantalla específica cuando se inicie sesión como operario y otra cuando se inicie sesión como supervisor.

Cuando el operario inicia sesión, la pantalla del selector de colores le permite elegir entre colores de mezcla previamente precargados y seleccionar la cantidad de pintura deseada.

Además, incluye una tabla que indica las cantidades necesarias de color amarillo, azul y rojo

para la mezcla seleccionada. La pantalla cuenta con seis botones: uno para precargar la información en las variables del PLC, el botón "Manual y Automático" para cambiar los modos del proceso, un botón para iniciar el proceso, otro para pausarlo y un botón para cerrar sesión cuando el operario desee finalizarla. Además, dispone de una serie de botones en la parte inferior para cambiar entre las diferentes pantallas del proceso, figura 56.

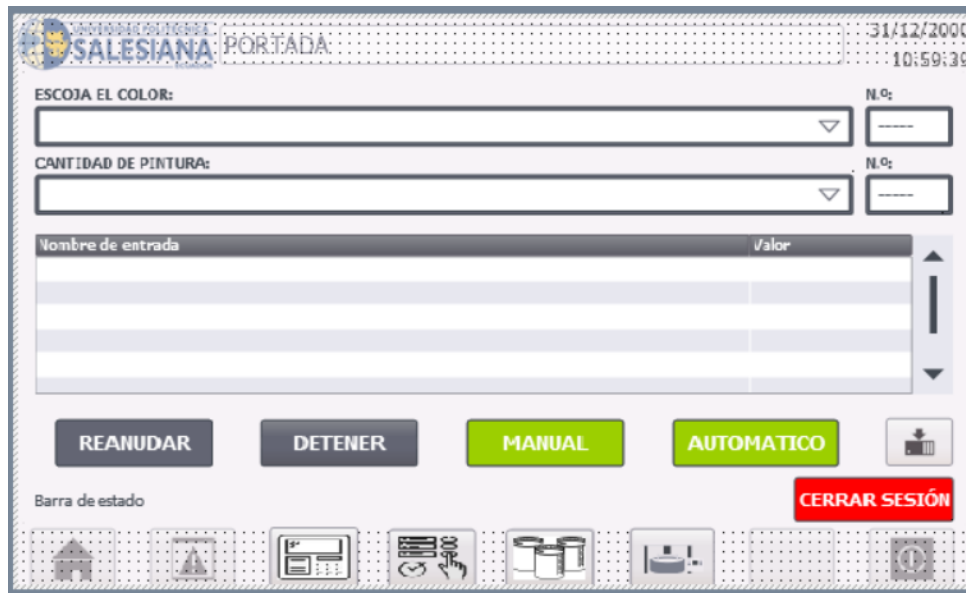


Figura 56. Seleccionador de colores del operario

Cuando el supervisor inicia sesión en la pantalla del selector de colores, a diferencia de cuando lo hace el operario, tiene la posibilidad no solo de elegir entre las mezclas y cantidades existentes, sino también de crear nuevas mezclas y ajustar las cantidades según su preferencia. Además, puede realizar modificaciones en el selector de colores según sea necesario. También cuenta con los botones para precargar las variables al PLC, cambiar el modo de empleo entre manual y automático, botones para comenzar y pausar el proceso y un botón de cierre de sesión. La pantalla también cuenta con botones en la parte inferior que facilitan la navegación hacia las diferentes pantallas del proceso, figura 57.



Figura 57. Seleccionador de colores del supervisor

5.7.3 DISEÑO DE LA PANTALLA SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

En esta pantalla se encuentran tres tanques con los colores: amarillo, azul y rojo, figura 58 los cuales dosifican la pintura para las diferentes mezclas que se pueden emplear. Cada tanque cuenta con sus propios indicadores de nivel: "NA" para nivel alto y "NB" para nivel bajo, que sirven como referencia para indicar si el nivel del tanque está alto o bajo.

Además, cada tanque tiene su propia válvula de llenado para llenarlo cuando sea necesario, así como válvulas de vaciado para descargar la cantidad de pintura solicitada por la persona.

También hay botones en la parte inferior de la pantalla que permiten cambiar entre las distintas pantallas del proceso.

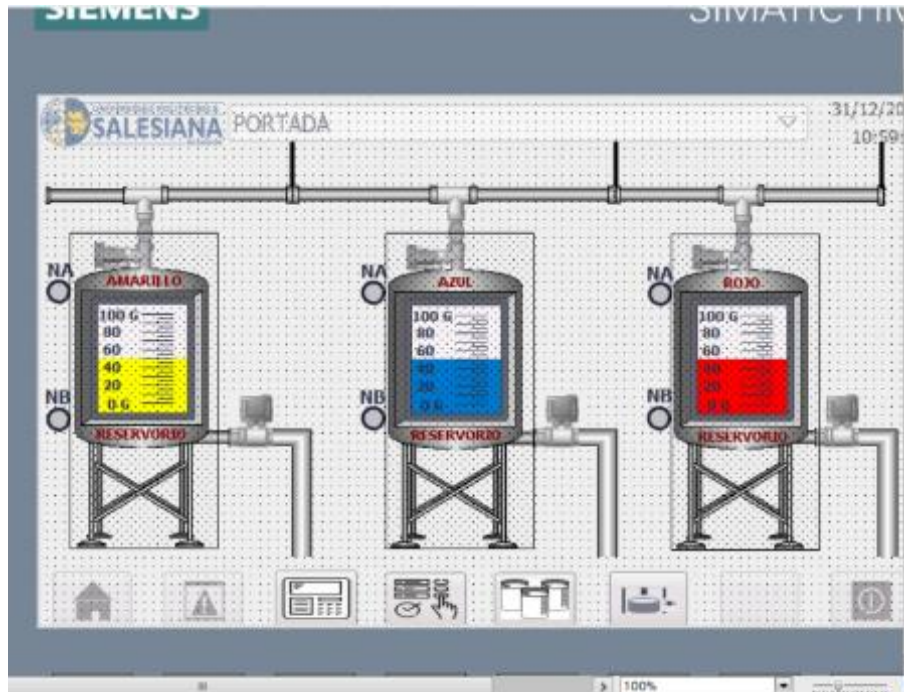


Figura 58. Sistema de dosificación

5.7.4 DISEÑO “DETALLES DE LOS RESERVORIOS DE COLORES”

Se crearon 3 pantallas informativas para cada tanque dosificador, a las cuales se puede acceder presionando el tanque que se desea ver con más detalle. Estas pantallas se denominaron "Detalles del Reservorio" y proporcionan información sobre la capacidad máxima de cada tanque, el total de pintura en el tanque, la cantidad de pintura solicitada para la mezcla en proceso y el modo en el que se encuentra, ya sea "manual" o "automático". También muestran los indicadores de nivel: "NA" para nivel alto, "NM" para nivel medio y "NB" para nivel bajo. Además, incluyen un botón llamado "Forzar Llenado", que permite llenar el tanque cuando la persona lo considere necesario, siempre y cuando el modo del proceso esté en manual. En las figuras 59 y 60 se muestran los detalles del tanque amarillo y del tanque azul.



Figura 59. Detalle del reservorio amarillo

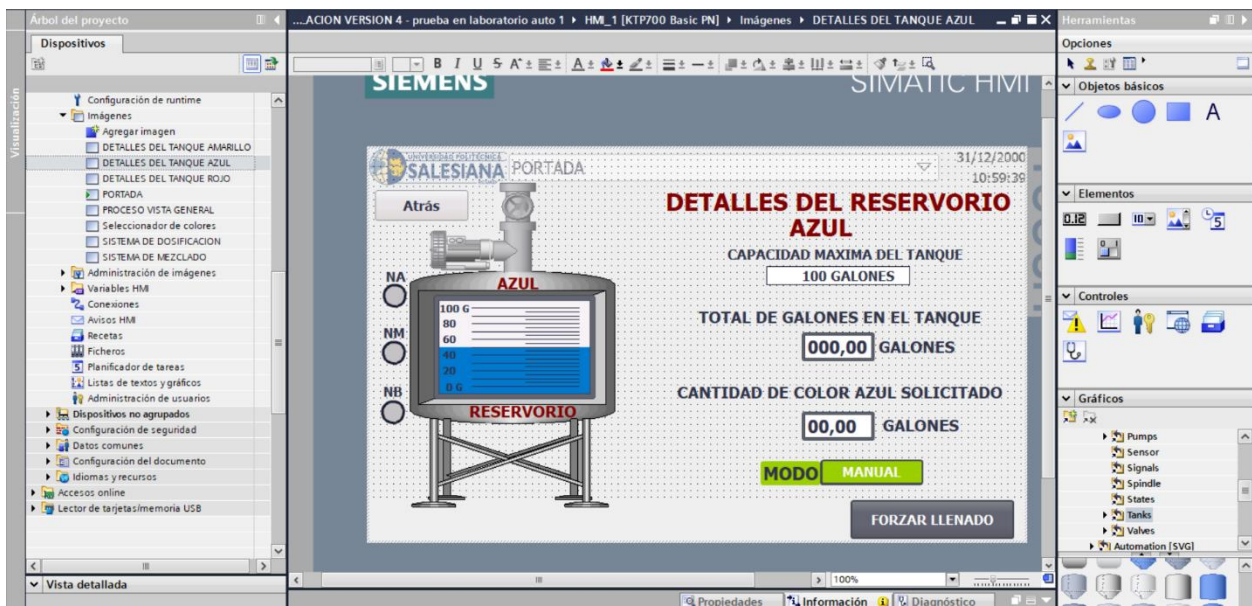


Figura 60. Detalle del reservorio azul

Al igual que se hizo con los tanques anteriormente mencionados, el tanque rojo también cuenta con la misma información detallada, figura 61.

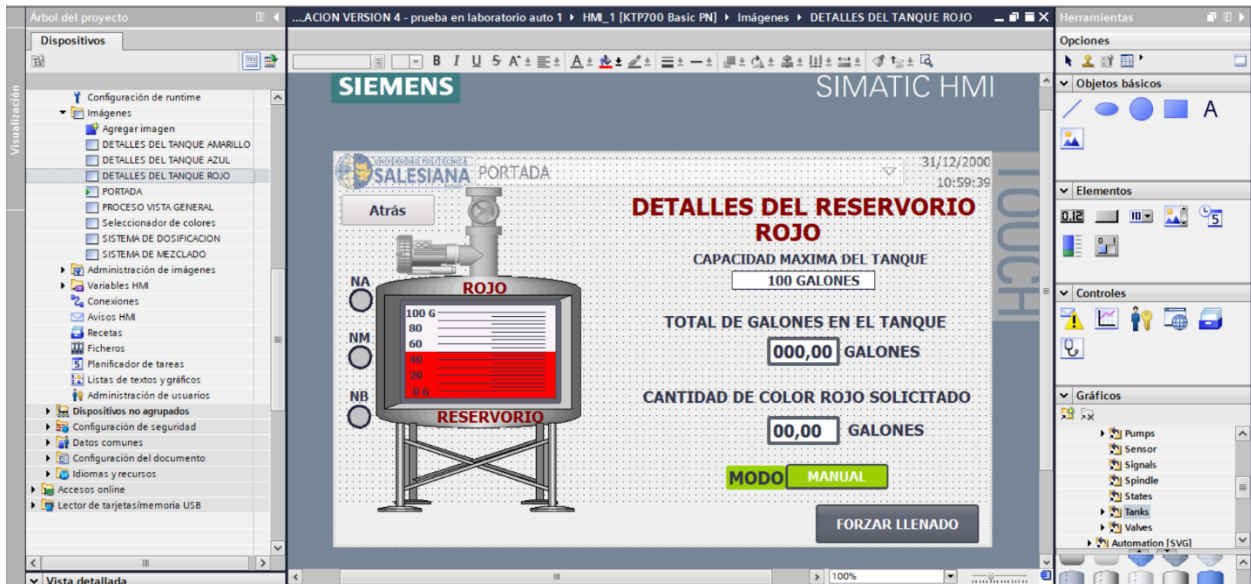


Figura 61. Detalle del reservorio rojo

5.7.5 Diseño del sistema de mezclado

Para el diseño de este tanque, se utilizó un tanque en el cual se depositan los colores de los tanques de dosificación a través de conductos ubicados en la parte superior de este mismo. Este tanque también está equipado con un motor mezclador y consta de indicadores de nivel, que incluyen "NA" para nivel alto y "NB" para nivel bajo. Además, cuenta con una válvula para descargar la mezcla una vez realizada, una banda transportadora por la cual pasan los envases para su llenado posterior. La pantalla muestra información como la capacidad máxima del tanque, el color recién creado, la cantidad de pintura en el tanque, la cantidad de botellas llenas y el modo en el que se encuentra el proceso. También posee un botón para reiniciar el conteo de

las botellas. Al igual que en las pantallas mencionadas anteriormente, cuenta con botones en la parte inferior para cambiar entre las diferentes pantallas, figura 62.



Figura 62. Diseño del tanque de mezcla

5.7.6 Diseño de la pantalla de indicación de limpieza del tanque

Se creó una pantalla emergente que indica cuando el tanque está en proceso de limpieza, también muestra el tiempo restante para que el tanque esté limpio. Además, esta pantalla aparece automáticamente cada vez que se completa un proceso, figura 63.



Figura 63. Diseño de la pantalla emergente de limpieza del tanque mezclador

5.7.7 Diseño de la vista general del proceso

En esta pantalla se puede tener una vista general de todo el proceso, figura 64, tanto de los niveles de los tanques de dosificación, como del tanque del nivel mezclador y las botellas que se van llenando.

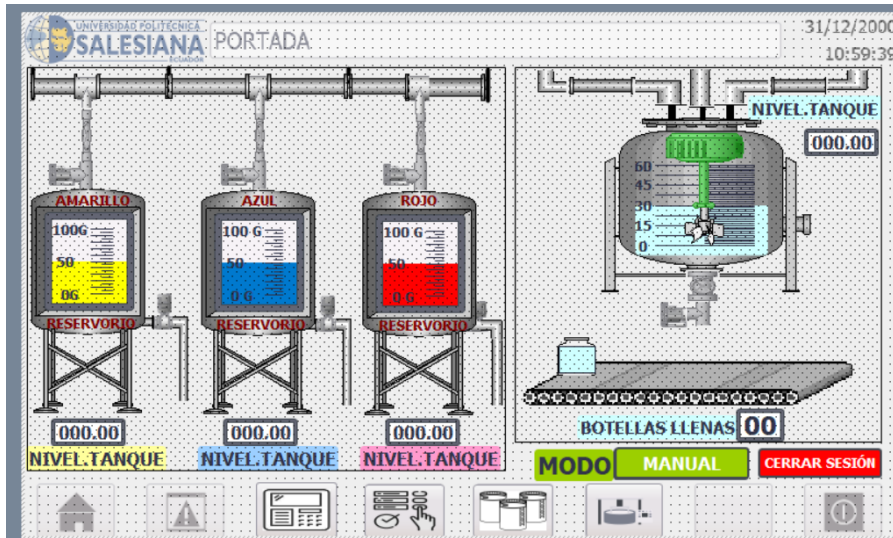


Figura 64. Diseño de la vista general del proceso

VI RESULTADOS

6.1 Ejecución del proyecto en el TIA PORTAL

Para dar inicio, se posiciona en el proyecto que fue desarrollado en TIA PORTAL, la parte del MAIN y se da clic en compilar para asegurarse de no tener ningún error en la programación del PLC, figura 65.

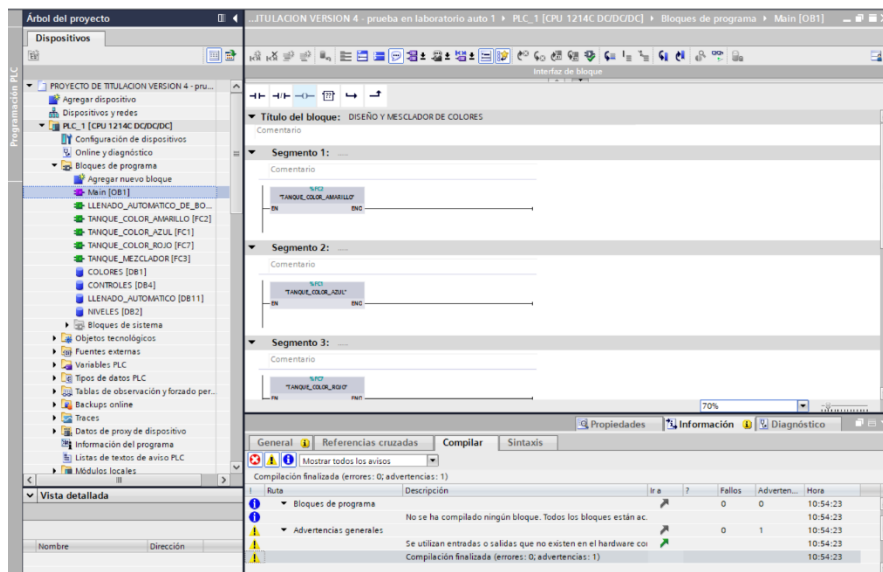


Figura 65. Compilación de los bloques de programa

Posterior a esto de igual forma se compila en la parte de las imágenes del HMI, esto con el fin de verificar que no exista ningún error, tal y como se ve en la figura 66.

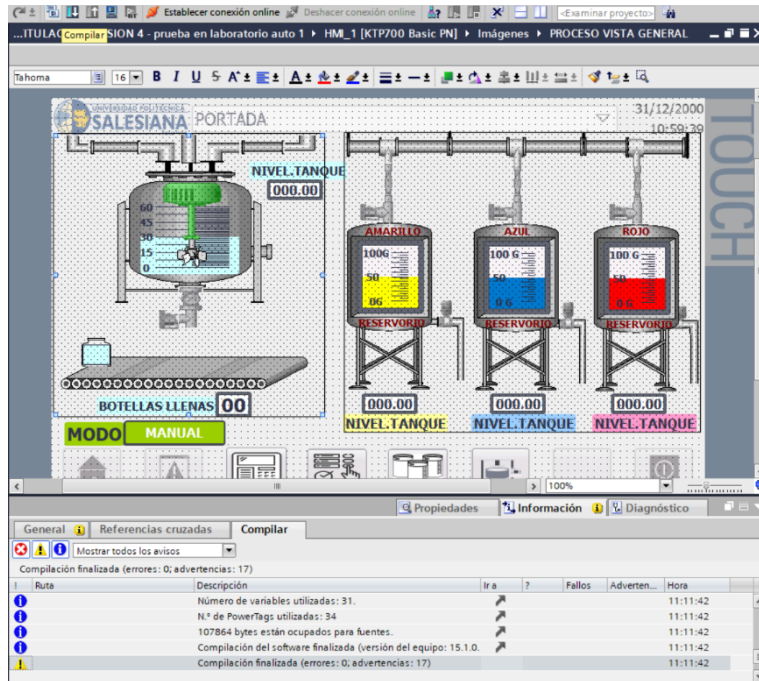


Figura 66. Compilación de la pantalla del HMI

Una vez compilados ambas partes y de verificar que no existe errores se procede con la parte de la simulación dando clic en “iniciar simulación” se desplegara una pestaña emergente a la cual se da clic en “cargar”, así como se ve en la figura 67.

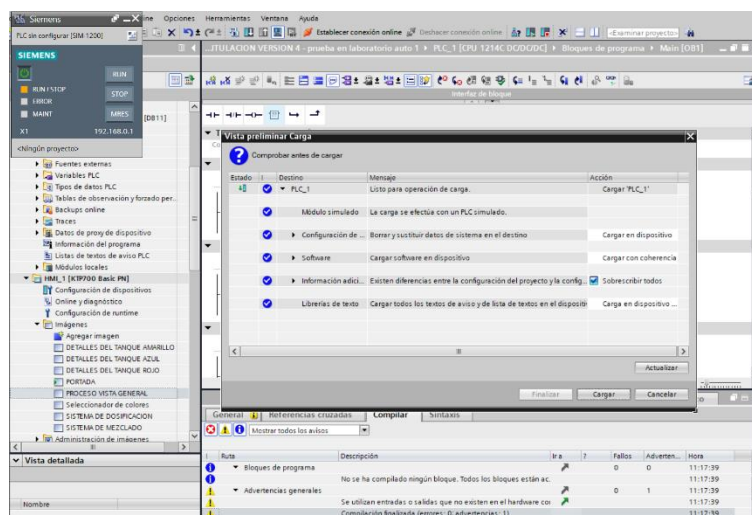


Figura 67. Inicio del simulador

6.2 Ejecución del inicio de sesión en la pantalla HMI

Después de haber iniciado la simulación, se refleja un correcto funcionamiento tanto en la pantalla HMI como en la programación del PLC, al momento de haber arrancado con la simulación el proceso estará listo para poder iniciar sesión ya sea como operario o como supervisor, figura 68, 69.



Figura 68. Inicio de la simulación como operario



Figura 69. Inicio de simulación como supervisor

Se ilustra a continuación la representación de la estructura y secuencia de acciones del inicio de sesión al momento de ejecutarse el simulador, figura 70.

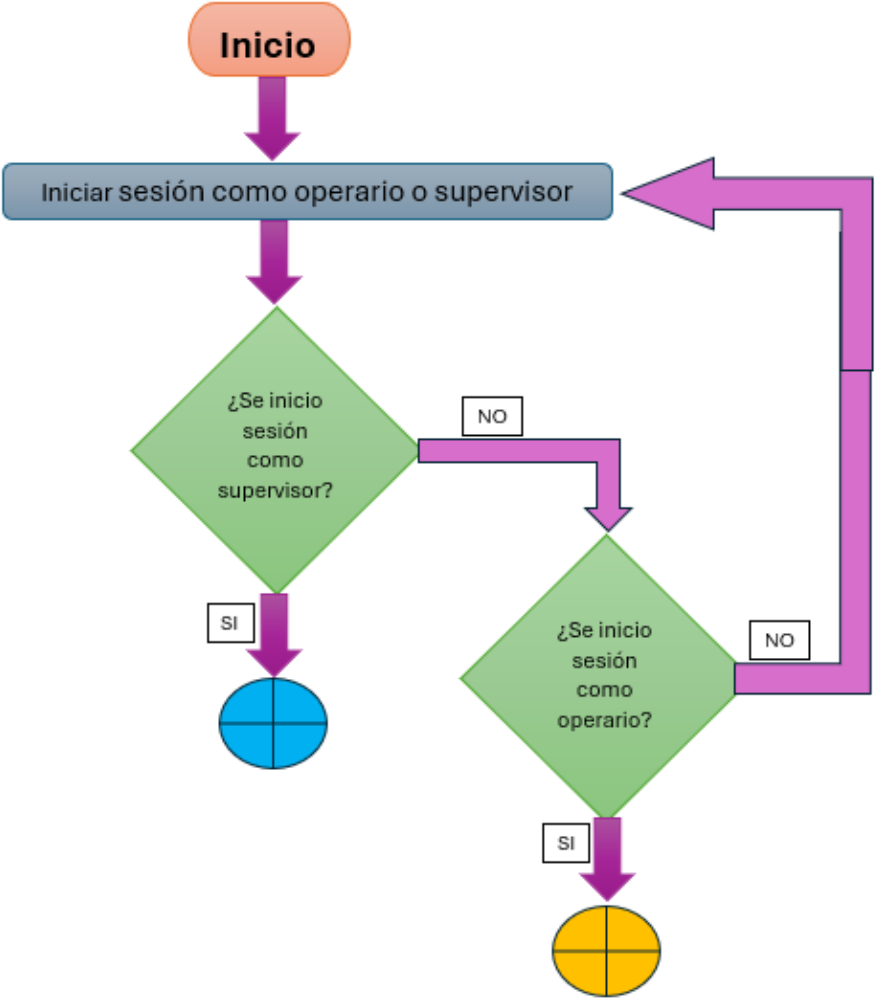


Figura 70. Diagrama de flujo de inicio de sesión

Ejecución del seleccionador de colores en la pantalla HMI

Una vez iniciada la sesión, se puede acceder a la sección del selector de colores para elegir la mezcla deseada y la cantidad requerida. Después de seleccionar el color y la cantidad de pintura, se presiona el botón "Comenzar", asegurándose de que esté configurado en modo automático. Una vez hecho esto, los tanques dosificadores comenzarán a descargar la cantidad de pintura solicitada previamente, figura 71.

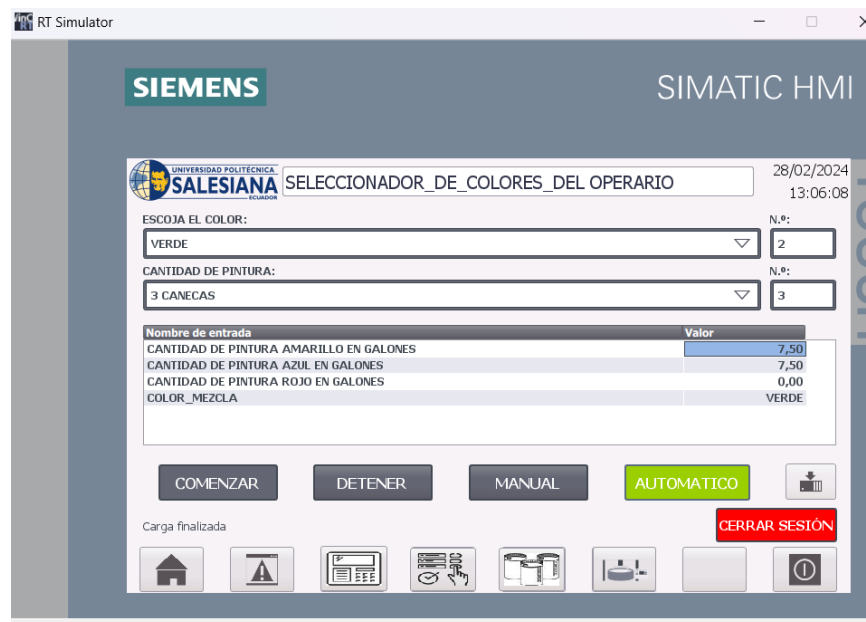


Figura 71. Ejecución del seleccionador de colores del operario

A diferencia de la pantalla de selección de colores del operario, en la pantalla del supervisor se puede realizar modificaciones tanto en el color de la mezcla como en la cantidad de esta, figura 72.



Figura 72. Ejecución del seleccionador de colores del operario

Representación gráfica, figura 73 de la simulación al momento de seleccionar el color y la cantidad de pintura se observa tanto desde la perspectiva del supervisor como desde la del operario durante el inicio de sesión.

Esta visualización proporciona una visión integral de las acciones y decisiones que ambos roles realizan en el proceso de simulación. Permite una comprensión clara y detallada de cómo interactúan los usuarios con la interfaz para realizar estas tareas específicas.

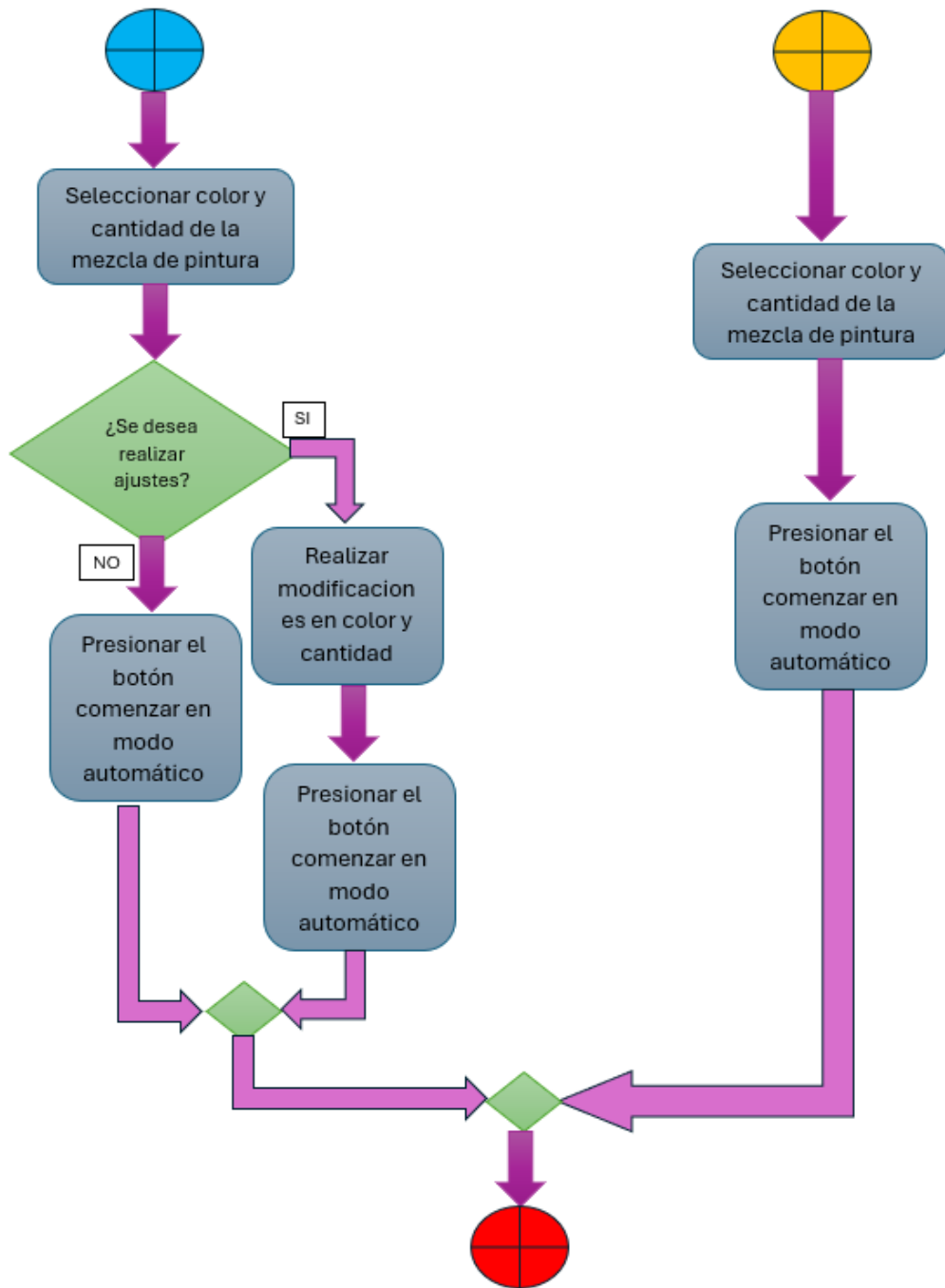


Figura 73. Diagrama de flujo de la selección de colores

6.3 Ejecución de la dosificación de colores en la pantalla HMI

Habiendo seleccionado el color a realizar y la cantidad de pintura, empezaran los tanques dosificadores a descargarse con la cantidad de pintura que previamente se solicitó, figura 74.

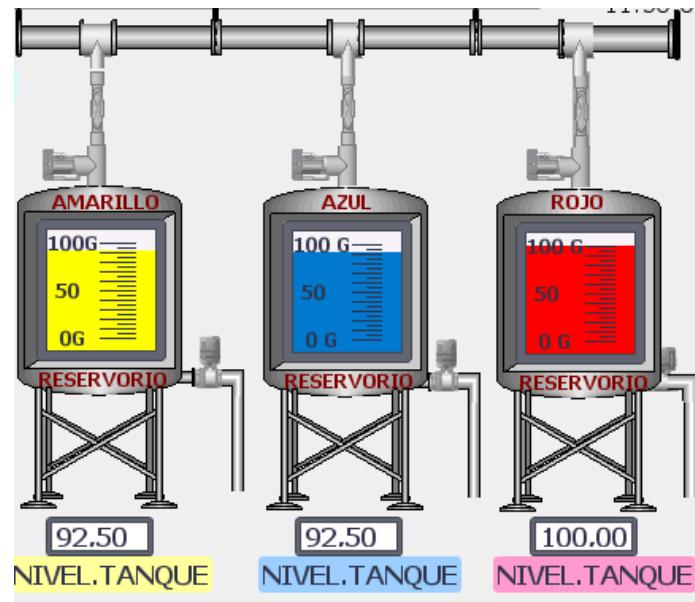


Figura 74. Ejecución de la dosificación de colores

Inicio del proceso de dosificación cuando los tanques transfieren los colores primarios al tanque mezclador, donde se realiza la combinación adecuada, figura 75.

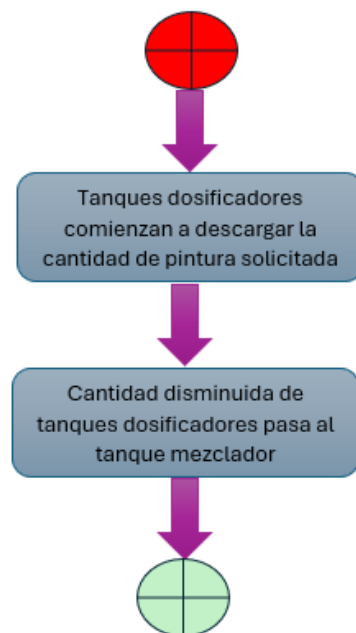


Figura 75. Diagrama de flujo inicio del proceso de dosificación

6.4 Ejecución del mezclado de colores y llenado de envases en la pantalla HMI

La cantidad que previamente disminuyo de los tanques dosificadores pasará a la del tanque mezclador, una vez ahí se activara el mixer tal como se observa en la figura 76 y posterior a esto se llenaran las botellas con la mezcla, figura 77.



FIGURA 76. Ejecución del mezclado de colores



Figura 77. Ejecución del llenado de las botellas

Una vez que se hayan completado la cantidad de botellas solicitado, figura 78, aparecerá de manera automática una ventana que indica que el tanque se encuentra en proceso de limpieza, figura 79.



FIGURA 78. Ejecución de botellas listas



Figura 79. Ejecución de limpieza del tanque mezclador

Esta etapa del proceso, figura 80 consiste en el vaciado de la mezcla preparada en los recipientes designados para contener la pintura y una vez finalizado el llenado de los envases se ejecuta la limpieza el tanque mezclador dando fin al proceso.

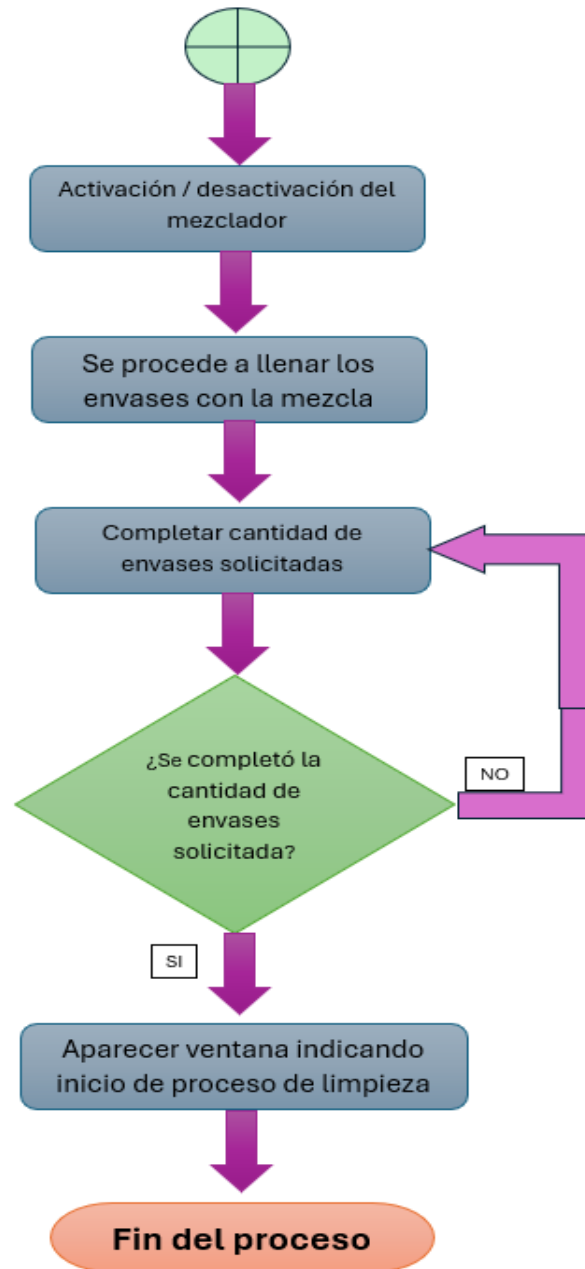


Figura 80. Diagrama de flujo del mezclado de colores y llenado de botellas

6.5 Ejecución del llenado de los tanques en la pantalla HMI

Cuando la persona encargada haya iniciado sesión como supervisor podrá acceder al detalle de cada tanque y cuando considere que los niveles de dosificación estén relativamente bajos y estos mismos requieran de su llenado, se lo puede realizar, para esto el modo de proceso debe estar en manual y se debe llenar el tanque de manera individual, tal como lo muestra la figura 81.



Figura 81. Ejecución del llenado de tanque de modo manual

A continuación, se presenta el diagrama que aborda el proceso de llenado de los tanques dosificadores, figura 82, específicamente cuando se inicia sesión como supervisor y el sistema encuentre en modo manual. Este diagrama proporciona una representación visual de las etapas verificación de los niveles de llenado y la confirmación de las acciones realizadas involucradas en esta tarea.

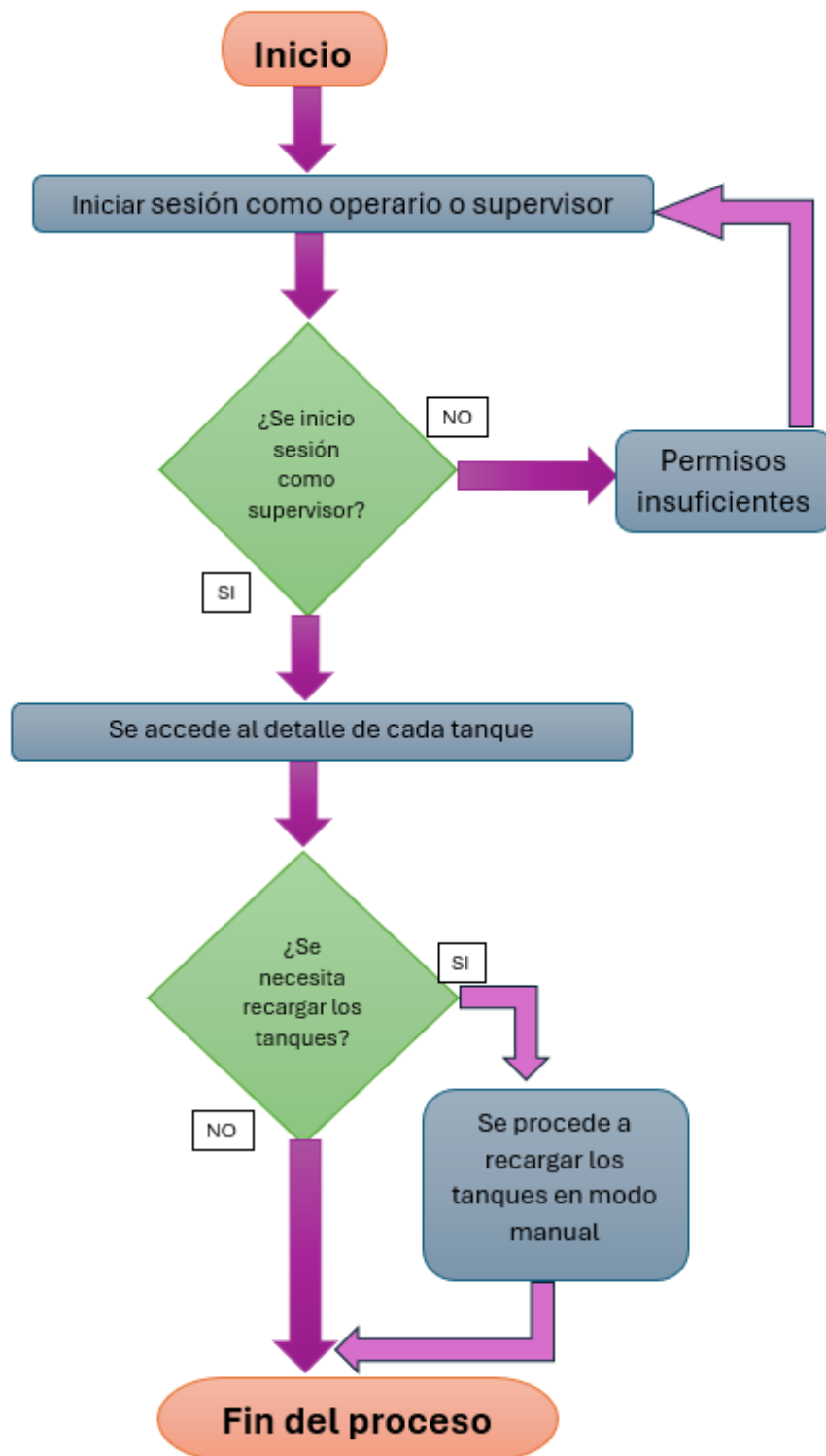


Figura 82. Diagrama de flujo del llenado de los tanques dosificadores

6.6 Puesta en marcha del sistema en el laboratorio de Automatización 1

Una vez realizado el proceso de diseño y simulación se procede a cargar en el PLC y el HMI tal como se ve a continuación, figura 83.



Figura 83. Ejecución en los módulos de laboratorio

VII CRONOGRAMA

La meta principal de este calendario fue orientar y organizar el avance del proyecto a lo largo de sus distintas fases. La conclusión de la labor estuvo programada para la primera semana de febrero, momento en el cual se realizará la presentación y defensa del proyecto. Este plan abarcó un período de 10 semanas, que se extiende desde diciembre hasta enero, coincidiendo con el ciclo académico 63, así como se refleja en la tabla 1.

Tabla 1

Cronograma de actividades para el desarrollo del Proyecto de Titulación

Nº Actividad	Inicio	Final	04/12/2023	08/12/2023	11/12/2023	15/12/2023	18/12/2023	22/12/2023	25/12/2023	29/12/2023	01/01/2024	05/01/2024	08/01/2024	12/01/2024	15/01/2024	19/01/2024	22/01/2024	29/01/2024	02/02/2024	05/02/2024	09/02/2024	12/02/2024	16/02/2024	19/02/2024	23/02/2024
Presentación del tema y elaboración del plan para el Trabajo de Titulación.	04/12/2023	15/12/2023	■	■	■																				
Evaluaciones junto al tutor y validación del tema para el Trabajo de Titulación.	04/12/2023	15/12/2023	■	■	■																				
Análisis del proceso del sistema de dosificación y mezclado de pintura.	15/12/2023	29/12/2023				■	■	■	■																
Diseño del proceso de dosificación y mezclado de pintura en el software TIA PORTAL.	25/12/2023	31/01/2024						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						
Simulación del trabajo de titulación.	01/02/2024	05/02/2024																	■	■					
Presentación del proceso del documento al tutor para la primera revisión.	05/02/2024	09/02/2024																		■	■				
Presentación del progreso del documento al tutor para la segunda revisión.	12/02/2024	16/02/2024																				■	■		
Culminación del trabajo de titulación.	19/02/2024	23/02/2024																						■	■

VIII PRESUPUESTO

Dado que la ejecución del proyecto se llevará a cabo en un entorno simulado y dentro de los límites presupuestarios, se ha tenido en cuenta posibles gastos generados en las reuniones de trabajo e implementos de trabajo didáctico, así como impresiones del proyecto de titulación para revisiones y presentación final del mismo, valores que se detallan en la Tabla 2, sumando un estimado de \$ 479,00.

Tabla 2

Presupuesto estimado para el desarrollo del Proyecto de Titulación

Detalle	Cantidad	Valor unit	Valor total
Horas de ingeniería	160	2,81	\$450,00
Material de trabajo	1	30,00	\$30,00
Valor total	41	32,81	\$480,00

IX CONCLUSIONES

Primero, se ha llevado a cabo una revisión de tres diferentes modelos de simulación de mezcladoras, se ha tomado como punto de referencia el segundo modelo descrito en el marco metodológico. Esta investigación ha proporcionado los conocimientos generales para comprender el proceso de un dosificador y mezcladora.

En segundo lugar, se realizó la programación KOP correspondiente en TIA PORTAL para el control de cada tanque de dosificación y del tanque mezclador, con el objetivo de asegurar un adecuado mezclado de colores. Este proceso involucró la configuración de parámetros y funciones específicas para cada uno de los tanques, así como la implementación de lógica de control para coordinar y sincronizar sus operaciones de manera simulada.

Tercero, se diseñó una interfaz gráfica que permite el control de todas las fases del proceso, de este modo, el sistema puede ser operado por cualquier persona, dado que las instrucciones son fáciles de comprender y el entorno gráfico se destaca por su fácil uso. Esta interfaz gráfica proporciona una visión general del proceso de dosificación y mezcla de colores, permitiendo un monitoreo y control del sistema en todo momento.

Cuarto, se completó de manera satisfactoria la simulación de un sistema automatizado de mezcla de colores, el cual presenta un buen funcionamiento y que en todas sus fases logra los resultados esperados. Esto conduce al aspecto más crucial, que es el objetivo general de este trabajo de titulación: diseñar y simular un dosificador y mezcladora de colores donde se integran todos los procesos para cumplir un sistema de control, por medio del software TIA PORTAL y controlado a través de una pantalla HMI.

X RECOMENDACIONES

En base a la simulación planteada se recomienda realizar una simulación que incluya un mayor número de tanques de colores. La incorporación de más tanques permitirá la creación de nuevas mezclas y aumentará la versatilidad del proceso de dosificación y mezcla de colores. Además, esta ampliación en la cantidad de tanques brindaría la oportunidad de explorar una gama más amplia de tonalidades y combinaciones lo cual podría brindar la base para múltiples aplicaciones similares a las abordadas en esta tesis.

Aunque los resultados de la simulación son satisfactorios, se recomienda llevar a cabo pruebas experimentales utilizando un prototipo físico del dosificador y mezclador de colores. Esto permitirá verificar la viabilidad y el rendimiento del sistema en condiciones reales, realizar pruebas de funcionamiento, evaluar la precisión de la dosificación y la calidad del mezclado de colores.

Utilizar los resultados de las pruebas experimentales para identificar áreas de mejora en el sistema y considerar ajustar los parámetros de control, como los tiempos de dosificación, mezclado y llenado de los envases, tomar medidas correctivas basadas en esta simulación para lograr un mejor funcionamiento del proceso en su totalidad.

XI REFERENCIAS

- ANTONIO, R. C. (2013). Diseño de una mezcladora de tintas de colores. *Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*.
- AUTEXOPEN. (19 de Agosto de 2022). *La automatización industrial: ¿Qué es? Sus características más relevantes*. Obtenido de <https://www.autexopen.com/automatizacion-industrial/automatizacion-industrial/>
- AUTYCOM. (7 de Junio de 2023). *HMI Siemens: tipos de paneles de operador SIMATIC*. Obtenido de <https://www.autycom.com/hmi-siemens-tipos-de-paneles-de-operador-simatic/>
- Bouraiou, A. (2021). Supervision and Monitoring of Photovoltaic Systems Using Siemens PLC and HMI. *Digital Technologies and Applications*.
- Carlos, Q. Q. (2014). Carlos, Q. Q. J., Ernesto, F. Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable. Ingeniería, investigación y tecnología.
- cursoaula21. (2023). *Qué es un HMI: para qué sirve la Interfaz Humano-Máquina*. Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-hmi/>
- EDUCATIVO, M. M. (166 de JULIO de 2023). *Colores primarios, secundarios y terciarios*. Obtenido de Mi mundo educativo: <https://www.mundoeducativogratis.com/2023/07/colores-primarios-secundarios-y.html>
- Erazo Soria, P. F. (2011). Diseño y construcción de una mezcladora industrial para la elaboración de vino de frutas con capacidad de 2000 litros. 37.
- formasfuturo. (3 de abril de 2023). *Mezcla de colores | ¿Qué es y cuáles son las más comunes?* Obtenido de <https://formasfuturo.com.co/tips/mezcla-de-colores/>

GSL Industrias. (2 de junio de 2021). Obtenido de PLC S7 1200:

<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/plc-s7-1200-siemens>

impulso_06. (2023). *¿Qué es Tía Portal y porque es tan importante en la industria?* Obtenido de

<https://impulso06.com/que-es-tia-portal-y-porque-es-tan-importante-en-la-industria/>

infoPLC. (21 de Noviembre de 2021). *Guía de inicio a Siemens TIA Portal V16 (En)*. Obtenido

de <https://www.infopl.net/descargas/107-siemens/software-step7-tiaportal/tia-portal/3326-guia-inicio-siemens-tia-portal-v16>

infoPLC. (11 de Mayo de 2023). *¿Qué es TIA Portal de Siemens?* Obtenido de

<https://www.infopl.net/descargas/107-siemens/software-step7-tiaportal/tia-portal/3459-que-es-tia-portal-siemens>

infoPLC. (26 de Abril de 2028). *TIA Portal V15.1 mejora en todos las fases del proyecto de*

automatización. Obtenido de <https://www.infopl.net/noticias/item/105391-tia-portal-v15-1>

Inoxmin. (2023). *¿Cómo funciona un mezclador industrial?* Obtenido de

<https://www.inoxmim.com/blog/inoxmim-mexico/como-funciona-un-mezclador-industrial/>

kilurtech. (1 de Diciembre de 2015). *Qué son los variadores de frecuencia*. Obtenido de

<https://www.kilurtech.com/variadores-de-frecuencia-en-quito/>

Mitau Joaquin, G. d. (2006). DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MEZCLADORA (80

kg/semana) Y DOSIFICADORA (1 kg) DE POLVOS FINOS (café, cacao, azúcar, leche, etc.), Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO. *ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO*.

Páliz Pulles, L. L. (2004). Control automático de un prototipo dosificador industrial de pintura de caucho. 7-8.

Prodetecs. (24 de Octubre de 2023). *Cómo funciona un dosificador proporcional*. Obtenido de <https://prodetecs.com/2023/10/24/como-funciona-un-dosificador-proporcional/>

Qroma. (Diciembre de 2019). *¿Cuáles son las combinaciones de los colores primarios?* Obtenido de <https://www.qroma.com.pe/blog/cuales-son-las-combinaciones-de-los-colores-primarios/>

Romero, A. E. (2019). Apuntes para el uso básico del PLC S7-1200 para las asignaturas del área de Automatización Industrial.

S&P. (22 de marzo de 2017). *Fórmula para calcular el caudal (con y sin normativa)*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/formula-caudal/>

Salazar, J. Á. (2017). TIA PORTAL. Aplicaciones de PLC.

SILVA ISAAC, M. M. (2017). Diseño y Simulación de un Dosificador y Mezclador Automático. *UNIVERSIDAD DE PAMPLONA*.

Yagual Ramirez, M. (2019). *Universidad Estatal de Milagro*. Obtenido de UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA:
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4840>

XII ANEXO

Tabla de variables_TANQUE_COLOR_AMARILLO							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Se necesita color amarillo	Bool	%M4.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Iniciar habilitación_tanque_AMARILLO	Bool	%M4.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Segmento_7_TANQUE_AMARILLO	Bool	%M4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Paro de descarga_tanque_AMARILLO	Bool	%M4.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Segmento_4_TANQUE_AMARILLO	Real	%MD108	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Segmento_9_tanque_AMARILLO	Bool	%M9.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Recarga tanque amarillo	Bool	%M4.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	VALVULA DE RECARGA_TANQUE_AMARILLO	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	VALVULA DE DESCARGA_TANQUE_AMARIL...	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	AUTO_AMARILLO	Bool	%M7.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	pulsador descarga amarillo	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	flanco negativo valvula amarilla	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Variables del Tanque color amarillo

Tabla de variables_TANQUE_COLOR_AZUL							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Se necesita color azul	Bool	%M3.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Iniciar habilitación_tanque_AZUL	Bool	%M4.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Segmento_7_TANQUE_AZUL	Bool	%M3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Paro de descarga_tanque_AZUL	Bool	%M3.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Segmento_4_TANQUE_AZUL	Real	%MD104	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Recarga tanque azul	Bool	%M3.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Segmento_9_tanque_AZUL	Bool	%M6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	VALVULA DE RECARGA_TANQUE_AZUL	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	VALVULA DE DESCARGA_TANQUE_AZUL	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	AUTO_AZUL	Bool	%M7.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	pulsador descarga azul	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	pulsador recarga azul	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	flanco negativo valvula azul	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Variables del tanque color azul

Tabla de variables_TANQUE_COLOR_ROJO									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...		
1	Se necesita color rojo	Bool	%M2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Iniciar habilitación_tanque_ROJO	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Segmento_7_TANQUE_ROJO	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Paro de descarga_tanque_ROJO	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	segmento_4_tanque_ROJO	Real	%MD112	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Segmento_9_tanque_ROJO	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	VALVULA DE RECARGA_TANQU...	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	Recarga tanque rojo	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	VALVULA DE DESCARGA_TANQ...	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	AUTO_ROJO	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	pulsador recarga rojo	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	flanco negativo valvula rojo	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Variables del tanque color rojo

Tabla de variables_TANQUE_MEZCLADOR									
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visi...		
1	Iniciar habilitación_tanque_MEZCLADOR	Bool	%M5.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	tiempo_segmento_3	Bool	%Q4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	MOTOR MEZCLADOR	Bool	%Q2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Seteo_del_Segmento_7	Bool	%M5.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Seteo_del_segmento_8	Bool	%M6.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Salida_del_segmento_10	Bool	%M6.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	VALVULA DE DESCARGA_TANQUE_MEZCLADOR	Bool	%M5.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	flanco negativo motor mezclador	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

Variables del tanque mezclador

LLENADO_AUTOMATICO							
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ...
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	ACTIVAR SISTEMA	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	ACTIVAR FAJA TRANSP...	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	MOVIMIENTO_FAJA	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	ACTIVAR VALVULA	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	TIEMPO	Time	T#0ms	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	ACTIVAR TIEMPO	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	BOTELLA_LLENA	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	BOTELLAS_LISTAS	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	resultado_de_la_resta	Int	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	FLANCO GENERAL	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Variables del llenado automático

CONTROLES							
	Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	V
1	Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	MANUAL	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	AUTOMATICO	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	COMENZAR	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	PARO	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	REANUDAR	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	RELLENAR_TANQUE_AMARILLO	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	RELLENAR_TANQUE_AZUL	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	RELLENAR_TANQUE_ROJO	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	MEZCLAR	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	TIEMPO DE MEZCLADOR	Time	T#20S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	RESETEO_CUENTA_BOTELLAS	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	SALIDA	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	ALTERNADOR_COMENZAR_REANUDAR	Bool	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Variable de los controladores